



Självständigt arbete vid LTJ-fakulteten, SLU
Kandidatexamensarbete, 15 hp

Erfarenheter av grönsaksodling på tak

– en studie i samarbete med
Augustenborgs Botaniska Takträdgård



Hulda Götmark,
Alnarp, 2012

Fakulteten för Landskapsplanering, trädgårds- och jordbruksvetenskap
Område Hortikultur, Sveriges Lantbruksuniversitet
Trädgårdsingenjörsprogrammet, odling

Svensk titel: Erfarenheter av grönsaksodling på tak – en studie i samarbete med Augustenborgs Botaniska Takträdgård

Engelsk titel: Experiences of rooftop agriculture - a study in collaboration with Augustenborg Botanical Roof Garden

Författare: Hulda Götmark

Handledare: Helena Karlén, område Hortikultur, SLU

Examinator: Lotta Nordmark, område Hortikultur, SLU

Fakultet och område: Fakulteten för Landskapsplanering, trädgårds- och jordbruksvetenskap, Område Hortikultur

Program: Trädgårdsingenjörsprogrammet, inriktning odling

Omfattning: 15 hp

Kurstitel och kurskod: Kandiatarbete i biologi, EX0493

Nivå och fördjupning: Grund C

Utgivningsort och utgivningsår: Alnarp, 2012

Serienamn: Självständigt arbete vid LTJ-fakulteten, SLU

Nyckelord: Augustenborgs botaniska takträdgård, gröna tak, grönsaksodling, lättviktssubstrat, stadsodling, takodling.

Search terms: Augustenborg Botanical Roof Garden, green roofs, vegetable cultivation, light-weight substrates, urban gardening, roof gardening.

Foto på framsidan: Augustenborgs Botaniska Takträdgård maj 2012. Fotograf: Hulda Götmark.

Sammanfattning

Denna uppsats syftar till att presentera erfarenheter av grönsaksodling på tak samt utreda klimatförhållanden och odlingsförutsättningar på Augustenborgs Botaniska Takträdgård i Malmö. Uppsatsen avslutas med förslag på förbättringar och åtgärder för grönsaksodlingen på taket i Augustenborg. Arbetet omfattar således en generell och en platsspecifik del. Uppsatsen har tillkommit genom litteraturstudier, intervjuer och studier på plats i Augustenborgs takträdgård.

Takodling av grönsaker anknyter till såväl gröna tak som stadsodling och dess popularitet ökar i världen. I Sverige förekommer gröna *Sedum*-tak alltmer och stadsodling har förankrats i våra storstäder. Tak är outnyttjade platser med god potential för odling. Drivkraften bakom takodling bestäms av vem som odlar; exempel på motiv är självförsörjning, rekreation, social samvaro, kommersiell verksamhet och pedagogik. Uppsatsen belyser fördelar och möjligheter respektive begränsningar och utmaningar i samband med takodling. Vidare ges en presentation av olika odlingssystem, klimat- och odlingsförutsättningar på tak, svenska tak och deras potential för takodling, lämpliga substrat, växtnäring, grödor och bevattningssystem.

I arbetet dras följande slutsatser: 1) erfarenheter av takodling i Sverige är knappa och får inhämtas från områden med liknande klimatförutsättningar, 2) takodling kan innefatta miljömässiga, ekonomiska och sociala fördelar, 3) begränsningar omfattar främst takets bärighet och tillgänglighetsanpassning, 4) klimat- och odlingsförhållanden på tak kan, jämfört med odling i marknivå, omfatta högre substrattemperatur under sommarhalvåret, ökat bevattningsbehov beroende på odlingssystem, ett mer vindutsatt läge och minskade växtskyddsproblem, 5) vidare studier av takodling är önskvärda.

Förslag till Augustenborgs takodling inbegriper: användning av lättviktssubstrat med inblandning av pimpsten, vintertäckning av substrat, ett recirkulerande droppbevattningssystem samt om möjligt insamling av regnvatten, marktäckning (mulchning) för minimal avdunstning, plantering istället för sådd, och utnyttjande av den långa vegetationsperioden.

Abstract

The goal of this paper is to present practical experiences of vegetable gardening on roofs, as well as to investigate the local climate and other conditions for cultivation at Augustenborg Botanical Roof Garden. The paper ends suggesting possible improvements in the roof garden at Augustenborg. The study thus comprises two parts: one general and one specific to Augustenborg. The methods used are literature studies, interviews, and investigations in situ at Augustenborg Botanical Roof Garden.

Roof gardening is tied both to green roofs and to urban vegetable gardening, and is on the rise in urban areas world-wide. In Sweden, the use of extensive green roofs has gradually increased, and urban vegetable gardening is popular especially in our large cities. Roofs are under-used areas with potential use in cultivation. The motivation will vary, but common reasons to make a roof garden are subsistence gardening, socializing, recreation, commercial gardening, and education. The paper outlines the advantages and possibilities, as well as the limitations and challenges, of roof gardening. Cultivation systems on roofs are described, as well as the local climate and conditions for cultivation on roofs, Swedish roofs and their potential for cultivation, suitable substrates, plant fertilizers, crops, and irrigation systems.

The main conclusions are: 1) practical experience of roof gardening in Sweden is rare, and we must look to other countries with similar climate conditions, 2) roof gardening can have environmental, economic and social advantages, 3) the limitations are chiefly accessibility and the structural integrity of the roof, 4) cultivation on roofs, compared to the ground, likely involve a higher substrate temperature during summer, more exposure to wind, and less need of pest control, 5) further studies of roof gardening are needed.

Suggestions for improvements at Augustenborg's vegetable garden include: the use of light-weight substrates containing pumice, covering substrates in winter, recirculating drip water irrigation using rain water if possible, mulching for minimal evaporation, planting instead of sowing, and taking advantage of the long growing season.

Förord

Denna studie är en kandidatuppsats inom trädgårdsingenjörsprogrammet och författad med syfte att undersöka och samla kunskap och erfarenheter om odling av grönsaker på tak. Uppsatsen är skriven i samarbete med Augustenborgs Botaniska Takträdgård i Malmö.

Handledare har varit Helena Karlén och kontaktperson på Augustenborgs takträdgård har varit Elsa Persdotter Lindmark. Ett stort tack till dem båda för sin utmärkta hjälp för att göra denna uppsats möjlig! Ett tack riktas även till mina intervjukällor som genom telefon och mail berikat mitt arbete med sina kunskaper i olika frågor.

Hulda Götmark

Alnarp, maj 2012

Ordförklaringar

Extensiva tak

Gröna lättviktstak med ett substratdjup på ca 3 - 5 cm (Emilsson, 2005; Waldbaum, 2008).

Vegetationen består vanligtvis av olika Sedum-arter eller andra mycket torktåliga arter. Extensiva tak kräver mycket lite skötsel och är oftast inte tillgängliga.

Semi-intensiva tak

Gröna tak med ett något djupare substratdjup, mellan ca 10 - 30 cm (Waldbaum, 2008). Semi-intensiva tak har ofta en örtartad vegetation med gräs och perenner, men kan även användas för odling av grönsaker och kryddor. Dessa tak kräver något mer skötsel och vattning och är ofta tillgängliga.

Intensiva tak

Tillgängliga gröna tak med ett substratdjup på 30 cm och uppåt (Waldbaum, 2008).

Odlingsmöjligheter är stora då dessa tak kan hysa allt från perenner och grönsaker till buskar och träd. Liksom trädgårdar på marknivå kräver dessa tak en hel del skötsel.

Permakultur

Ett välplanerat livsmedelsproducerande odlingssystem med naturens växtsätt och mångfald som förebild (Permaculture Institute, 2012). Systemet är motsatsen till ett monokultursystem och går ut på att odla träd, buskar och örtartad vegetation tillsammans då dessa drar fördel av varandra.

Marktäckning är en stor del av odlingen. Permakultur är innefattar inte bara odling utan är ett helhetsperspektiv för ett hållbart samhälle.

Substrat

Odlingsmedium eller material som ej innefattar vanlig matjord. Ett substrat kan vara oorganiskt (exempelvis stenum eller pimpsten) eller organiskt (exempelvis torvbaserad planteringsjord).

Evapotranspiration

Ett sammanfattande namn för evaporation (avdunstning från mark, snö och is) och transpiration (avdunstning från växternas klyvöppningar).

Mulchning

Täckning av odlingen med olika material med syfte att förhindra onödig vattenförlust eller kräva ogräs. Exempel är halm, kompost, tidningspapper, barkflis, kakaoflis, sågspån, plast eller gräsklipp.

Värme-ö-effekt

En direktöversättning från engelskans "urban heat island", som syftar till att staden med dess struktur och verksamhet gör att temperaturer blir högre än omkringliggande landskap (SMHI, 2011).

Innehållsförteckning

1. Introduktion.....	1
1.1 Bakgrund.....	1
1.2 Varför takodling i staden?.....	1
1.3 Frågeställningar.....	2
1.4 Syfte och målbeskrivning.....	2
1.5 Avgränsningar.....	2
2. Metod och material.....	2
3. Resultat.....	3
3.1 Fördelar och möjligheter med takodling i stadsmiljö.....	3
3.1.1 Miljömässiga fördelar.....	3
3.1.2 Ekonomiska fördelar.....	4
3.1.3 Sociala fördelar.....	5
3.2 Begränsningar och utmaningar med takodling i stadsmiljö.....	5
3.3 Olika typer av takodlingssystem.....	6
3.3.1 Containerodling.....	6
3.3.2 Gröna tak: semi-intensiva till intensiva.....	7
3.3.3 Hydroponiska system.....	7
3.3.4 Växthus.....	8
3.4 Grönsaksodling på tak - en internationell översikt.....	9
3.4.1 Nordamerika.....	9
3.4.2 Ryssland.....	10
3.4.3 Europa.....	11
3.4.4 Sverige.....	11
3.5 Klimat- och odlingsförutsättningar på tak.....	12
3.5.1 Temperatur och solinstrålning.....	12
3.5.2 Vatten.....	13
3.5.3 Vind.....	13
3.5.4 Växtskydd.....	13
3.5.5 Luftföroreningar.....	14
3.6 Lämpliga substrat för takodling.....	15
3.6.1 Organiska kontra oorganiska substrat.....	15
3.6.2 Lättviktskomponenter i substrat.....	16
3.6.3 Andra komponenter.....	17
3.6.4 Komponenter av återvunnet material.....	17

3.6.5 Lättviktssubstrat utarbetade av svenska företag.....	17
3.6.6 Exempel på rekommenderade substratblandningar från litteraturen.....	18
3.7 Växtnäring.....	19
3.7.1 Hushållskompost.....	19
3.7.2 Organiska fasta gödselmedel.....	20
3.7.3 Oorganiska fasta gödselmedel.....	20
3.7.4 Flytande gödselmedel.....	21
3.8 Grödor.....	21
3.9 Bevattningssystem.....	23
3.10 Svenska tak och takodling.....	24
3.11 Vilka odlingsförutsättningar och klimatiska premisser för grönsaksodling finns på Augustenborgs botaniska takträdgård?.....	25
3.11.1 Klimatförutsättningar.....	25
3.11.2 Odlingsförutsättningar säsong 1.....	26
4. Diskussion.....	27
4.1 Generell diskussion.....	27
4.2 Platsspecifik diskussion.....	30
5. Slutsatser och rekommendationer.....	32
6. Referenser.....	33
7. Bilaga 1.....	39

1. Introduktion

1.1 Bakgrund

Våra tak är outnyttjade platser med en potential att hysa en ny form av stadsodling. Urban odling av ätliga produkter är intressant ur ett flertal olika aspekter; frågor som rör miljö, lokalproducerad mat och hälsa är viktiga i sammanhanget. Att odla på tak framstår som en naturlig utveckling av städernas förtätning och kravet på grönska och lokalproducerad mat. I Sverige har diskussioner och praktiska lösningar beträffande takodling inte kommit så långt som i vissa andra länder, där bristen på odlingsbar mark i urbana och peri-urbana områden är större. En betydande orsak lär också vara att Sverige saknar egentliga storstäder i europeisk bemärkelse. Men mycket tyder på att även svenska städer kan gynnas av dessa odlingssystem. En del forskning och erfarenhet finns i Sverige rörande gröna tak, inte minst i Augustenborg, men studier av grönsaksodling på tak är önskvärda (Persdotter Lindmark, 2012). Takodling kan vara ett väl fungerade alternativ eftersom mark i staden, förutom att vara en bristvara, kan vara rent olämplig att odla på, exempelvis förorenade jordar.

Takodling anknyter till stadsodling och gröna tak, två fenomen vars popularitet är ökande. Men takodling är också beroende av landskapsarkitektur, byggnadsarkitektur, stadsplanering och tekniska lösningar för byggnaden, taket och odlingen.

1.2 Vem nyttjar takodling i staden och varför?

Det finnas många skäl till odling av ätbara växter i staden. Huvudsakliga skäl kan identifieras till följande: 1) egen matproduktion bidrar till överlevnad, ett vanligt skäl i fattigare delar av världen, 2) självförsörjning med mål att frigöra sig från marknaden och användningen av fossila bränslen i matproduktion, 3) reducering av egna månatliga matkostnader, 4) hobby eller arbete, 5) kommersiell odling, 6) rekreation och terapi, 7) pedagogiskt verktyg, 8) inspirationsodling, 9) social samvaro (Hui, 2011; Waldbaum, 2008; Nowak, 2004; Frank, 2011; Engelhard, 2010).

Motiv/motiven kan vara ett eller flera av ovan nämnda punkter.

Skälen till takodling kan också skilja sig åt beroende på vem som odlar: privatpersoner, institutioner och organisationer eller företag. Ett exempel på en institution är Scandinavian Green Roof Institute som våren 2012 startar en grönsaksodling på Augustenborgs botaniska takträdgård och vill med den vill ge inspiration för liknande projekt (Persdotter Lindmark, 2012). Företag som restauranger, hotell, handelsträdgårdar eller nischade odlingsföretag kan gagnas av att odla på tak. Lokalproducerade produkter kan ge ett ekonomiskt mervärde och som en bonus kan företaget få

uppmärksamhet genom sin takodling.

1.3 Frågeställningar

Frågeställningar i denna uppsats är följande: Vilka internationella erfarenheter finns av grönsaksodling på tak? Vilka möjligheter och begränsningar finns? Vad är skillnaden rent odlingsmässigt mellan takodling och markodling? Vilka substrat är lämpliga att använda för takodling? Vilka odlingsförutsättningar och klimatförhållanden finns på Augustenborgs botaniska takträdgård?

1.4 Syfte och målbeskrivning

Syftet med arbetet är att göra en utredande internationell studie rörande erfarenheter av takodling av ätliga produkter, företrädesvis grönsaker, i områden med liknande klimatmässiga förutsättningar som södra Sverige. Syftet är också att undersöka odlingsförutsättningar och klimatförhållanden på Augustenborgs botaniska takträdgård och ge förslag på möjliga odlingsåtgärder.

1.4 Avgränsningar

Avgränsningar i arbetet innebär att bara studera takodling i regioner som klimatmässigt går att jämföra med sydsvenska förhållanden, samt att huvudsakligen belysa odling av ettåriga ätbara produkter, ej odling av prydnadsväxter. Uppsatsen kommer heller inte att djupare behandla byggnadstekniska frågor kring takodling.

2. Metod och material

I denna uppsats har följande typer av källor använts:

1. Litteraturstudier: böcker, vetenskapliga artiklar och internethemsidor för information om takodling. Följande uppsatser har varit till stor hjälp vid beskrivning av olika odlingssystem och möjligheter med takodling: "Green Roofs for Urban Agriculture" (Waldbaum, 2008), "Urban Agriculture on the Rooftop" (Nowak, 2004) samt "Rooftop to Tabletop: Repurposing Urban Roofs for Food Production" (Engelhard, 2010). Kortrights (2001) "Evaluating the Potential of Green Roof Agriculture" och Johnston & Newtons (2004) "Building Green - A guide to using plants on roofs, walls and pavements" har varit rika på information kring klimat- och odlingsförutsättningar på tak. Böckerna "Roof Gardens" och "Planting Green Roofs and Living Walls" författade av Osmundsson (1999) samt Dunnett & Kingsbury (2004) har även de använts flitigt.

2. Intervjuer: muntliga och skriftliga, med personer med erfarenheter inom diverse områden har berikat uppsatsen med sin kunskap. Personerna har olika infallsvinklar och arbetar i olika branscher och har valts med mål att få en så bred bild som möjligt. Dessa inkluderar Bo Göransson (Bara Mineraler), Mats Borg (Svenska Naturtak), Trevor Graham (Miljöförvaltningen i Malmö), Anna Pettersson (Veg Tech), Börje Levinsohn (Amtex AB), Marie Larsson (100 hus på taket) och Johanna G Jimenez (författare).
3. Augustenborgs Botaniska Takträdgård och föreståndaren Elsa Persdotter Lindmark som bistått med information kring anläggningen och dess odlings- och klimatförutsättningar.

3. Resultat

3.1 Fördelar och möjligheter med takodling i stadsmiljö

Grönsaksodling på tak kan medföra fördelar knutna till gröna tak, men också vinster förenade med stadsodling.

3.1.1 Miljömässiga fördelar

Städer är generellt sett varmare än omkringliggande landskap på grund av stadens alla hårdgjorda ytor som absorberar och bibehåller värme samt bristen på vegetation (Nowak, 2004). Gröna tak och takodlingar bidrar liksom alla grönytor i staden till en kylningseffekt genom att värmeenergi används i evapotranspirationsprocessen (Dunnett & Kingsbury, 2004).

En annan välkommen fördel med takodlingar och gröna tak är minskad avrinning från taken (Nowak, 2004; Dunnett & Kingsbury, 2004; Hui, 2011; Waldbaum, 2008). Detta gäller framförallt sammanhängande takodlingar som semi-intensiva eller intensiva tak, men kan också gälla för odling i containers. Nederbörd tas om hand genom magasinering i substratporer, upptagning av växterna och lagring i växtvävnader och vattensamlingar på växtytor (Dunnett & Kingsbury, 2004). Genom absorbering och avdunstning av vatten till atmosfären reduceras avrinning samtidigt som det vatten som frisläpps från taket rinner av under en längre period. Effekten av häftiga regnfall, ofta under somrar, utjämnas och trycket på stadens dräneringssystem minskar. Vattenmängden som tas upp och magasineras är beroende av storlek på täckt tak, substratdjup på denna yta och vattenhållande material i substratet (Waldbaum, 2008; Nowak, 2004). Dessutom finns studier som visar att gröna tak och takodlingar påverkar vattenavrinningen från taket positivt genom bättre vattenkvalitet och mindre föroreningar (Nowak, 2004; Dunnett & Kingsbury, 2004).

Gröna tak kan absorbera och dämpa ljud i staden, speciellt i området precis under och kring

byggnaden (Dunnett & Kingsbury, 2004; Waldbaum, 2008). Behov för detta kan finnas eftersom stadens många hårdgjorda ytor inte fungerar ljuddämpande utan snarare tvärtom. Både vegetation och substrat fungerar ljuddämpande på flera plan där vegetationen dämpar högre frekvenser och substratet dämpar lägre frekvenser (Waldbaum, 2008). Ju djupare substrat desto bättre ljuddämpande effekt.

Takodlingar i städer kan öka biodiversiteten genom att erbjuda ett habitat åt stadens fauna och flora, inklusive mikroorganismer (Dunnett & Kingsbury, 2004; Johnston & Newton, 2004; Nowak, 2004). En av de viktigare aspekterna för en rik biologisk mångfald i städer är förekomsten av större grönområden, men takodlingar kan fungera som "gröna korridorer" som länkar samman dessa områden och gynnar spridning av organismer (Thylén, 2006; Nowak, 2004). Dessutom kan blommande grödor vara viktiga tillgångar för stadens pollinerare (Miljöpartiet de gröna, 2011).

En klar fördel med takodlingar är att maten många gånger produceras och konsumeras på samma ställe, nämligen i staden (Hui, 2011). I bästa fall produceras vår mat på landsbygden utanför våra städer, men oftare importeras den långväga från andra länder. Mat har aldrig förr färdats så långt till konsumenten som idag (Boycott, 2008). Odling i städer reducerar transporten av mat, vilket minskar användningen av fossilt bränsle (Hui, 2011). Dessutom minskar avfall och skräp i form av förpackningar runt maten. Vidare kan lokalproduktion garantera färskare och därmed nyttigare produkter till konsumenten (Waldbaum, 2008). Urban odling praktiserar ofta ekologiska odlingsstrategier som reducerar oljebaserade produkter som konstgödsel, pesticider och herbicider, vilket innebär mindre luft-, vatten- och jordföroreningar (Frank, 2011). Odlingar i staden tenderar att vara mycket mindre till ytan än konventionell odling varför användning av maskiner beroende av fossila bränslen knappast behöver användas (Frank, 2011). Kompostering av mat- och skörderester (om sådan praktiseras) och användning av denna bidrar till mindre avfall och leder till en reduktion av ej lokalproducerade näringskomponenter i substratet (Hui, 2011). Vidare kan lokalt tillgängligt byggnadsmaterial som krossat murtegel återanvändas som en ingrediens i substratet (Waldbaum, 2008).

3.1.2 Ekonomiska fördelar

Takodlingar kan verka svalkande inomhus genom att isolera och skugga byggnaden, samtidigt som värme från huskroppen kan erbjuda en förlängning av vegetationssäsongen (Nowak, 2004). Takodlingar kan också minska värmebehovet under vintern genom att skydda byggnader från vind. Kostnader i form av uppvärmning och nedkylning av byggnaden kan reduceras med takodlingar.

Gröna tak och takodlingar kan också öka livslängden på ett tak genom en sänkning av temperaturen på taket (Dunnett & Kingsbury, 2004). Höga temperaturer på tak medför ett snabbare

åldrande och därmed en minskad hållbarhet och livslängd. Hur stor effekten är beror på design och konstruktion av byggnaden; störst effekt fås på låga hus eller gamla hus med dålig isolering (Dunnett & Kingsbury, 2004).

Tak representerar en av våra mest outnyttjade ytor i staden och att odla på dem är en kreativ användning av platsen (Nowak, 2004). Mark i urbana och peri-urbana miljöer är ofta en bristvara och är dessutom många gånger alltför dyr att köpa eller hyra för odling.

Vår livsmedelsproduktion består till stor del av importerad mat, vilket kan vara sårbart. I till exempel London importeras 80% av all mat som konsumeras i staden och enligt beräkningar skulle maten i staden sina på 3 dagar om stadens import skulle upphöra (Boycott, 2008). En väl fungerande och utvecklad stadsodling leder till större livsmedelssäkerhet ansåg Londons borgmästare, varför staden har utvecklat lagförslag för att främja stadsodling (Hui, 2011).

3.1.3 Sociala fördelar

Stadsodlingsfenomenet innehåller ofta en social dimension och offentliga odlingar kan utgöra en viktig del av gemenskapen i ett bostadsområde eller lägenhetskomples (Hui, 2011; Engelhard, 2010 & Frank, 2011). Stadsodling hjälper också barn och ungdomar att förstå var maten kommer ifrån och hur den kan odlas (Frank, 2011). Detta är speciellt viktigt i storstadsregioner där människor genom urbanisering kommer allt längre bort från matproduktionen (Boycott, 2008).

Urbana takodlingar kan bidra till fler jobb genom uppstart av odlingar och försäljning av lokalt producerade grödor (Frank, 2011). Gröna tak och takodlingar kan också göra nedgångna och socialt belastade områden mer populära, med möjlighet att öka värdet av fastigheter. Waldbaum (2008) hävdar att på förhand missgynnade och tätbefolkade stadsdelar är givna områden för takodlingar för att höja områdets sociala status.

Sist men inte minst kan takodlingar ha ett estetiskt värde (Nowak, 2004). De kan erbjuda möjlighet för hortikulturell terapi och rekreation för exempelvis sjukhus och fängelser (Nowak, 2004; Gavrilov, 2000; Waldbaum, 2008). I St Petersburg har ett fängelse startat en odling på taket som de intagna sköter, en verksamhet som fått mycket positiv uppmärksamhet (Gavrilov, 2000).

3.2 Begränsningar och utmaningar med takodling i stadsmiljö

Den mest självklara begränsningen vid takodling är av viktkaraktär (Emilsson, 2005). En grönsaksodling väger, mer eller mindre beroende på odlingssystem, men ändå. En byggnad och dess takkonstruktion tål bara en viss vikt, vilket lämnar odlaren med två alternativ: 1) förstärkning av tak (på befintlig byggnad eller anpassa ny byggnad efter odling) eller 2) anpassa odlingen till taket.

Substratdjupet på taket kan vara en begränsning. Mycket går att odla i relativt tunna substratlager men exempelvis rotfrukter kräver ett större djup (RISC, 2012). En takodling behöver inte kosta en förmögenhet, men ekonomi kan mycket väl bli en begränsning.

Transport av material upp till taket samt tillgänglighet för människor kan utgöra ett stort problem (Waldbaum, 2008; Kortright, 2001). De allra flesta tak är inte konstruerade för att hysa varken besökare eller odlingar (Waldbaum, 2008). Tillgång till hiss och ramper är ofta ovärderligt vid arbetet med att få upp substrat, kompost, mulchning eller odlingsbehållare. Dessutom medför dålig tillgänglighet till taket att vissa människor inte har möjlighet att besöka odlingen än mindre klara skötsel och tillsyn av växterna. Takodlingens tillgänglighet kommer att bero mycket på platsens betingelser och odlingens syfte. Vid pedagogiska syften är tillgängligheten givetvis essentiell, men något mindre viktig vid odling enbart för husbehov. En annan aspekt är säkerheten för odlare på taket (Waldbaum, 2008).

Vidare kvarstår det faktum att ett tak för att vara aktuellt för odling bör vara platt eller inte luta för mycket (Waldbaum, 2008).

3.3 Olika typer av takodlingssystem

Nedan redovisas olika typer av takodlingssystem samt dess för- och nackdelar. Vilket/vilka som bör användas bestäms av platsens karaktär, takets struktur och hållfasthet samt ekonomiska- och tids/skötselmässiga aspekter.

3.3.1 Containerodling

Med containerodling avses odling i olika typer av krukor, behållare eller lådor. Dessutom kan säckar eller liknande med fördel användas på grund av den låga vikten (Larsson, 2012). Att odla i containers kan vara ett bra alternativ vid begränsat med pengar och tid, alternativt om taket genom sin uppbyggnad inte tål en tyngd av ett sammanhängande semi-intentivt tak (Achebe et al, 2011). Författaren skriver dock att skörden vid containerodling troligtvis blir något lägre jämfört med odling på ett sammanhängande grönt tak eftersom den totala ytan av taket inte utnyttjas. Samtidigt utgör containerodling genom ett självvalt substratdjup en möjlighet att odla grödor som inte är möjliga att odla på gröna tak med grunt substratdjup. Exempelvis potatis odlas med fördel i en container då odlingen kräver ett större djup och substrat kan fyllas på allt eftersom plantorna växer (Waldbaum, 2008).

Nowak (2004) hävdar att tak på byggnader i tempererade områden ofta är konstruerade för att tåla ett relativt tungt snölager, många gånger jämförbart med tyngden som en takodling kan innebära. Vintertid kan dock tyngden av odlingsbehållare och ett tjockt snölager blir alltför mycket

för ett tak som inte är förstärkt. En klar fördel med containerodling på tak är därför mobiliteten, vilken kan utnyttjas på vinterhalvåret genom att flytta odlingsbehållare för att undvika tyngden av dessa (Nowak, 2004). Men att flytta tunga behållare varje höst och vår kan vara arbetsamt, speciellt vid stora odlingar.

En nackdel vid odling av perenna grödor är odlingsbehållare som fryser och tinar om vartannat (Nowak, 2004). En varm och solig vinterdag kan lura en perenn att börja spira eftersom temperaturen i containern har höjts, men kalla frostnätter kan bli ödesdigra. Detta är inget stort problem vid grönsaksodling eftersom de flesta grödorna är annuella, men kan utgöra ett problem vid odling av exempelvis perenna kryddor.

Containerodling på tak utgör ett bra alternativ för odlare vars främsta skäl att odla är för eget bruk, snarare än kommersiell verksamhet (Nowak, 2004). Systemet kan även passa mindre företag som använder skörden i den egna verksamheten, exempelvis restauranger.

3.3.2 Gröna tak: semi-intensiva till intensiva

Att anlägga sammanhängande gröna tak är vanligtvis dyrare än containerodling på tak (Nowak, 2004). Den sammanlagda tyngden på taket blir större och aktuella tak behöver högst sannolikt förstärkas. Anläggs en takodling på en redan existerande byggnad kan kostnaden bli relativt hög, men vid anläggning på nybyggnation finns möjlighet att hålla utgifter nere om takkonstruktion och eventuella pelare planeras in samtidigt med övrig design (Osmundsson, 1999). Anläggningen av ett grönt tak bör involvera kompetenser från olika håll, exempelvis arkitekter, byggnadsarbetare, odlare och trädgårdsanläggare (Nowak, 2004).

Substratdjup på sammanhängande gröna tak är en viktig faktor som begränsas av takets bärighet och konstruktion. Dunnett & Kingsbury (2004) hävdar att man för en meningsfull odling av ätbara produkter bör ha ett djup av 30-45 cm. Waldbaum (2008) förordar ett djup på 30 cm som lämpligt för grönsaksodling. Ett djupare lager erbjuder möjligheter till en diversifierad odling med en mångfald av grönsakskulturer, bärbuskar och mindre fruktträd. Men många takodlingar i St. Petersburg samt i USA och Canada använder betydligt tunnare substratlager för grönsaksodling (Kortright, 2001; Engelhard, 2010). Enligt Osmundson (1999) behöver de flesta växter inte nödvändigtvis ha sina rötter särskilt djupt, om krav på vatten och näring blir tillgodosedda. Flertalet grönsakskulturer har grunda rotsystem och har därmed ändå ingen möjlighet att utnyttja växtnäring i djupare jordlager (Ascard & Brunnvik, 2008).

3.3.3 Hydroponiska system

Hydroponisk odling innebär oftast odling i inerta substrat, det vill säga oorganiska substrat som ej

deltar i kemiska processer och frigöring av näring (Dahl, 2008). Dessa substrat är enbart till för växtens stöd och stabilitet. Gemensamt för all form av hydroponisk odling är att näringstillförsel istället sker via bevattningsvattnet (Alsanius & Karlén, 2011). Exempel på inerta substrat kan vara perlite, vermiculite, pimpsten, grus och stenull (Dahl, 2008; Nowak, 2004). Den renaste formen av hydroponisk odling innebär odling i vatten; rötterna är nedsänkta i en näringslösning och plantor stabiliseras eventuellt av ett tunt lager av substrat (Nowak, 2004).

Hydroponiska odlingssystem kan fungera bra på tak eftersom odlingskärlen har potential att väga betydligt mindre än substratfyllda behållare (Nowak, 2004). Dessutom är odlingen mobil. Odlingssystemet har också flera andra fördelar. Plantorna kan växa fortare eftersom vatten och näring finns nära tillgängligt och mindre energi läggs på rottillväxt. Risken för jordburna växtsjukdomar minskar eftersom grödorna odlas i inerta sjukdomsfria substrat. Dessutom behövs mindre plats för odlingen då små odlingskärl kan användas eftersom plantorna inte blir lika beroende av rotutrymme. Systemet är också betydligt mer vattensnålt än tidigare ovan nämnda system (Fälth, 2011; Waldbaum, 2008).

Hydroponiska system delas ofta upp i passiva och aktiva system (Nowak, 2004; Hydrogarden, 2012). Ett passivt system är betydligt enklare och billigare eftersom vattning sker manuellt, medan ett aktivt system innebär automatiska pumpar och slangar som för näringslösning till växternas rötter.

Aeroponiska och aquaponiska system är två olika typer av hydroponisk odling. För att garantera driftsäkerhet krävs dock en del specialistutrustning och ekonomisk investering av odlare, varför systemen får betraktas som mer lämpliga för en något mer storskalig produktion. I aeroponisk odling hänger plantornas rötter fritt i luft, innehållande vattenånga som bär på näringsämnen (Fälth, 2011). Inget stabiliserande substrat används. Restaurangen Bell, Book and Candle i New York använder sig av aeroponisk odling på restaurangtaket (Bell, Book and Candle, 2012). Odlingen är vertikal och sker i manshöga vita behållare, med hål på sidorna för att plantorna skall kunna växa ut. Tekniken är relevant och möjlig för grönsaksodling på tak, inte minst på grund av sina lättviktssegenskaper. Aquaponisk odling innebär ett samspel mellan fiskodling och växtodling (Backyard Aquaponics, 2012). Fördelar består i att systemet utnyttjar det näringsrika fiskvattnet som växtnäringskälla, varpå det renade vatten sedan leds tillbaka in i fiskodlingen. Systemet medför en minimering av tillsatta näringsämnen, även om vissa ämnen, exempelvis kalium, behöver tillsättas (Savidov, 2005).

3.3.4 Växthus

Möjligheten finns att hysa växthus på tak, antingen som komplement till resterande odlingsyta på

tak för exempelvis start av sådder eller som ett stort komplex för lokal matproduktion. För odlingssystemen aeroponisk och aquaponisk odling används ofta växthus. Växthus på tak är speciellt intressant på våra breddgrader eftersom det innebär en välkommen förlängning av säsongen.

3.4 Grönsaksodling på tak - en internationell översikt

Förekomst och erfarenhet av grönsaksodling på tak varierar runt om i världen. Vissa länder har kommit längre än andra, vilket torde bero dels på större brist på tillgänglig odlingsyta, dels på lokalt engagemang. Medan länder i Europa, med Tyskland som främsta exempel, fokuserat på miljövinster med gröna tak, har argumenten för anläggning av gröna tak i Nordamerika främst varit ekonomiska (Dunnett & Kingsbury, 2004). Man har pekat på kostnadseffektivitet med gröna tak gentemot andra lösningar rörande frågor som miljöproblem i storstäder och hållbarheten hos byggnader och byggnadsmaterial. Detta sistnämnda synsätt genomsyrar även grönsaksodling på tak i Nordamerika. Flera exempel finns på företag och verksamheter som odlar på tak för att sedan använda skörden i sin verksamhet, såsom hotell, restauranger och skolor (Blyth & Menagh, 2006; Nowak, 2004; Dunnett & Kingsbury, 2004; Fairmont, 2012).

3.4.1 Nordamerika

I Kanada finns en hel del erfarenheter från odling på tak (Dunnett & Kingsbury, 2004). Mycket av aktiviteten kretsar kring Toronto, där organisationen "Green Roofs for Healthy Cities" verkar för utveckling och expanderande av gröna tak i Nordamerika. Ett urval av exempel från Toronto är "Royal York Hotel" som containerodlar kryddor på taket till hotellrestaurangen och "Toronto City Hall demonstration project" som odlar grönsaker på semi-intensiva tak (Kortright, 2001). Ytterligare ett intressant exempel är "Mary Lambert-Swale housing project" som har en containerodling på totalt 4250 kvm där varje hyresgäst får tillgång till en odlingslott på 5 * 5 m, för fri odling av grönsaker, kryddor och fruktträd.

På Trent University i Peterborough anlades år 2000 en ekologisk takodling med diverse grönsaker (Engelhard, 2010). Skörden tillagas och säljs sedan i studentcaféet på universitet (Trent University, 2012). Professor Tom Hutchinson har lett projektet och har haft som mål att undersöka möjligheten med takodling (Kortright, 2001). Analyser i odlingen har gjorts för bland annat substrattemperatur, substratfuktighet, grödornas vitalitet, kvalité och produktivitet.

Santropol Roulant är en Montreal-baserad ideell organisation som inriktat sig på lokal matproduktion och brobyggande mellan generationer (Hui, 2011; Santropol Roulant, 2012). Man har exempelvis utvecklat ett "meals-on-wheels"-program som levererar närodlade grönsaker till

äldre. Tre typer av takodling har utvecklats inom projektet: containerodling, gröna tak och hydroponisk odling med ekologiska grundprinciper.

Takodlingskonceptet har även etablerats väl i ett flertal amerikanska städer; speciellt framstående är New York, Chicago och Portland (Dunnett & Kingsbury, 2004; Hui, 2011). Enligt Jimenez (2012) är stadsodling mycket praktiserat i New York och odling på tak har blivit ett naturligt svar på trångboddhet och markbrist. Exempel på kända företag är restaurangen Bell, Book and Candle som har en hydroponisk grönsaksodling på taket och Brooklyn Grange Farm vars rörelse består av en takodling med grönsaker, som sedan säljs runt omkring i staden (Jimenez, 2012; Brooklyn Grange Farm, 2012). Man har också ett pedagogiskt mål och tar emot skolklasser, familjer och volontärer för besök.

Loyola University i Chicago har, liksom Trent University i Kanada, grundat en takodling för att studera möjligheter med detta odlingssystem (Achebe et al, 2011). All skörd har skänkts till institutioner knutna till universitet samt till lokala organisationer. Chicago kan också stoltsera med den första certifierade ekologiska takodlingen i USA, "Uncommon Ground".

Intressant nog finns flera exempel i USA på hur kyrkotak används för odling (Achebe et al, 2011). Primära drivkrafter är ofta pedagogik då odlingarna besöks och sköts av traktens barn, alternativt fungerar odlingarna som ett sätt att skaffa mat till serveringar inom kyrkan.

I USA kan en takodling med grönsaker vara ett effektivt område för utveckling av ett småskaligt företagande (Hui, 2011). Speciellt låginkomsttagare får värdefull extra inkomst genom att sälja skörden på marknader eller till lokala restauranger. Samtidigt kan mer storskalig och kommersiell odling på tak genom upphöjda bäddar, jordförbättring och hydroponisk odling leda till höga skördar.

3.4.2 Ryssland

I St. Petersburg finns en pågående rörelse som verkar för matproduktion genom takodling som startade redan 1993 (Dunnett & Kingsbury, 2004; Gavrilov, okänt årtal). Denna form av odling uppkom som ett svar på den matbrist ryska folket upplevde under 90-talet och ses som en stor möjlighet till odling för stadsbor utan tillgång till mark. Ryska hus och lägenhetskomples lämpar sig mycket bra för den extra tyngd som takodling medför då de är konstruerade för att tåla stora mängder snö (Price, 1997). Substrat på taken varierar men man använder sig ofta av tunna lager, ca 4-8 cm, och odlar bland annat bladgrönsaker, zucchini, kryddor och jordgubbar (Kortright, 2001). Ett stort projekt har varit maskkompostering av köksavfall från olika lägenhetskomples, som sedan sprids ut på taken och används i odlingen (Gavrilov, 2000).

3.4.3 Europa

I Storbritannien främjar kommunala myndigheter gröna tak och takodling av ätbara produkter (Hui, 2011). 2008 införde Sheffield som första stad i Storbritannien en tydlig policy för gröna tak som fodrar att alla stora nya byggnationer, om möjligt med tanke på designaspekter och dylikt, skall ha gröna tak (Waldbaum, 2008; Sheffield Consult, 2012).

En intressant trend i Storbritannien under de senaste åren, framförallt i London, är att snabbköp och mataffärer har börjat med grönsaksodlingar på taket (Hui, 2011). Ett exempel är projektet "Food from the sky" - ett samarbete mellan en mataffär i norra London och en permakulturorganisation. Här odlas grönsaker, frukt, svamp och kryddor som säljs i butiken nedanför, samtidigt som delar av odlingen har ett pedagogisk syfte dit allmänheten har tillgång.

"The Edible Roof Garden" är belägen i Reading strax utanför London och är en del av Readings International Solidarity Center (Waldbaum, 2008). Odlingen är en slags skogsträdgård, där man enligt permakulturprincip utnyttjar olika höjder och skikt hos växtligheten (RISC, 2012). 140 ätbara arter såsom fruktträd, bärbuskar, klängväxter och grönsaker samsas på ett 200 kvm stort område (Waldbaum, 2008). Substratdjupet i odlingen är 30 cm. Ytan mulchas regelbundet för att förhindra evapotranspiration och behålla fukten i substratet. Odlingen vattnas med regnvatten uppsamlat från närliggande tak, som lagrats i en tank kopplat till ett droppbevattningssystem som aktiveras på natten under torra perioder.

I Tyskland är konceptet med gröna tak starkt förankrat, vilket har varit möjligt genom lagförslag (Dunnett & Kingsbury, 2004). Exempel på gröna tak-konstruktioner förekom redan på 70- och 80-talen, som ett sätt att få bukt med problem som luftföroreningar, dagvattenhantering och värmeö-effekten i städer (Waldbaum, 2008). År 2002 var 10% av alla platta tak i landet gröna (Dunnett & Kingsbury, 2004). Eftersom dagvattenhantering och minimal avrinning är den fråga som lyfts fram allra mest i Tyskland är inte bara själva den gröna takytan betydelsefull, utan även substratdjup och andra konstruktionsdetaljer vid uppbyggnad.

På en konferens i Berlin 2006 för stadsutveckling diskuterades förekomsten av urban odling i staden (Waldbaum, 2008). Svaret löd att denna företeelse hade fallit något i glömska sedan enandet av Tyskland 1989 och är i behov av ett återuppvaknande. Tekniken för intensiva och semi-intensiva tak finns absolut, varför stora möjligheter borde finnas för takodling. Ett nystartat och storskaligt projekt med aeroponic-odling pågår på taket på en före detta industribyggnad i Berlin (Smee, 2011).

3.4.4 Sverige

I Sverige har takodling inte studerats nämnvärt. Svenska städer är inga storstäder i ordets sanna

bemärkelse och bristen på odlingsbar mark har inte varit ett problem. Men exempel finns även i Sverige: ett nystartat projekt vid namn "100 hus på taket" i Hornstull, Stockholm (100 hus på taket, 2012). Enligt Larsson (2012) är takodlingen ett slags community garden öppen för alla boende i Hornstull. Trädgården ligger ovanpå en kontorsbyggnad och man har anpassat odlingen efter takets bärighet, vilken är 400 kg/kvm. Följaktligen kommer man att odla i substratbehållare, i detta fall säckar som fylls upp med isoleringsmaterial underst och substrat ovanpå. Även pallkragar används. Takodlingen kompletteras med odling i den intilliggande parken. Dessa två ytor kommer alltså erbjuda olika odlingsmöjligheter där man troligtvis kommer att använda sig av olika grödor. På takodlingen passar kryddor och bladgrönsaker bra, i parken grödor som kräver ett större substratdjup. Projektledare och boende i Hornstull ser upplägget som ett spännande temporärt försök och vill därför gärna hålla projektet på en relativt enkel nivå. Om två år skall byggnaden rivas och den nya byggnaden kommer att hysa en handelsträdgård på taket (Larsson, 2012). Projektet "100 hus på taket" kom till för att skapa en större social sammanhållning i Hornstull (Hedlund, 2012).

3.5 Klimat- och odlingsförutsättningar på tak

Miljön på tak är ofta utsatt vad gäller solinstrålning, vind och hög evaporation (Emilsson, 2005; Kortright, 2001). Dock varierar miljöförutsättningar från plats till plats och beror på lokala faktorer (Johnston & Newton, 2004).

3.5.1 Temperatur och solinstrålning

Temperaturer på ett tak kan avvika väsentligt från marktemperaturer (Johnston & Newton, 2004). Många tak har en hög solinstrålning utan skugga från träd eller huskroppar (Kortright, 2001; Johnston & Newton, 2004). Substrattemperaturen kan således bli hög, speciellt om taket ligger vindskyddat, vilket kan bli ett problem framförallt vid odling i tunna substratskikt. Ju djupare skikt som används desto mer isoleras plantornas rötter från de höga temperaturerna vid ytan. Blir substrattemperaturen för hög hämmas grödans tillväxt genom minskat vatten- och näringsupptag. Men högre lufttemperaturer kan också ha en positiv inverkan genom en förlängning av säsongen (Kortright, 2001). Det kan verka gynnsamt för värmekrävande grödor som vissa kryddväxter eller mognad av frukter, exempelvis tomater (Burros, 2009).

Enligt Johnston & Newton (2004) fryser tunna substratlager på tak lättare än jord i marknivå. Studier har visat att ett extensivt grönt tak på en ouppvärmad byggnad vid Tekniska Universitet i Berlin under vintern hade väsentligt lägre temperaturer än de i marknivå. Dock rapporteras att djupa substratlager på tak generellt har en temperatur under vintern på 5 till 10 grader högre än markjord.

Under sommarhalvåret är det vanligt med substrattemperaturer på taket som är ca 5 grader varmare.

Temperaturer kan också variera mellan olika tak beroende på lutning och vädersträck (Johnston & Newton, 2004). Tak med lutning mot söder uppnår en varmare lufttemperatur än platta tak och tak med lutning mot norr, vanligtvis mellan 1-5 grader högre.

3.5.2 Vatten

Höga temperaturer på tak är givetvis nära sammankopplat med vattenbehovet hos de odlade grödorna. Vid höga temperaturer och tunna substratlager krävs mer vatten (Kortright, 2001). Daglig bevattning är inte ovanligt (Nowak, 2004). Detta kan vara ett problem om ett bevattningssystem saknas eller befintligt bevattningssystem går sönder (Kortright, 2001).

Kortright (2001) och Nowak (2004) rekommenderar mulchning av substratyten för att minimera vattenförlust genom minskad evapotranspiration och skuggning av substrat. I takodlingsprojektet på Trent University bidrog mulchningen till mindre vattenåtgång, lägre substrattemperatur och en något större skörd hos de flesta grödor. Exempelvis på lämpliga täckningsmaterial är halm, sågspån, plast, väv, tidningspapper eller grönmassa.

3.5.3 Vind

Vindhastighet ökar generellt sett på högre höjder (Johnston & Newton, 2004). Vind kan vara ett problem vid takodling, men förekomsten är platsbetingad (Kortright, 2001). Någon form av vindskydd kan vara nödvändigt i naturligt vindutsatta områden såsom kustregioner eller i miljöer där höga byggnader skapat en vindtunnel (Kortright, 2001; Johnston & Newton, 2004). Ett vindskydd kan bestå av exempelvis glas eller ett räcke, vilka också kan förhindra faran att plantor faller ned på gator och trottoarer nedanför (Walbaum, 2008).

Olika växter är olika känsliga för vindpåverkan, vilket kan utnyttjas genom samplantering (Johnston & Newton, 2004). Robusta buskar eller små häckar kan planteras som vindskydd för mer ömtåliga grönsaker. Alternativt kan växtlighet anpassas till miljön genom odling av lågvuxna grödor som till exempel krypande kryddväxter (Kortright, 2001).

Vind har en uttorkande effekt på växtlighet (Johnston & Newton, 2004). Det kan också orsaka erosion av substratet, speciellt innan grödor växt upp och etablerats.

3.5.4 Växtskydd

Enligt Engelhard (2010) hävdar en odlare på en takodling att ett fåtal kålflugor och bladlöss har dykt upp i hans takodling men att problemet generellt sett är mindre än i hans odlingar på marknivå. Johnston & Newton (2004) skriver att tak på höga byggnader har en mer artfattig fauna jämfört med

marknivån, sannolikt på grund av spridningsproblematik. Enligt Waldbaum (2008) beror mängden och typen av fåglar och insekter på hur omkringliggande landskap ser ut, en byggnad i centrum utan närliggande grönska är mer artfattig än ett tak nära en stor park. Författaren fortsätter och pekar på vikten av att undvika monokulturer, eftersom dessa främjar uppförökning av sjukdomar och skadedjur. Nowak (2004) beskriver att även människor kan vara ett hot mot stadsodlingar genom vandalism och stöld, men detta problem undgås genom takodling.

3.5.5 Luftföroreningar

En relevant fråga beträffande stadsodling är huruvida ätliga grödor riskerar innehålla olika typer av föroreningar och i så fall i vilken utsträckning. Man vet idag relativt lite om riskerna med föroreningar i stadsodlade grödor (Kortright, 2001; Tondel, 2010). De försök som har gjorts ger dock positiva besked.

Sahlgrenska Universitetssjukhuset i Göteborg har tillsammans med odlingsrörelsen Stadsjord utfört ett test för att undersöka miljögifter i stadsodlade grödor (Tondel, 2010). Man har inriktat sig på luftburna föroreningar och analyserat vinbär och sallat. Sistnämnda gröda anses vara en känslig indikator för innehåll av gifter. De gifter som undersökts är bly, kadmium och BaP (bensapyren) och samtliga grödor som testats har odlats i närheten av industrier med luftburna utsläpp av dessa ämnen. Det är därför osäkert om resultatet av studien kan överföras direkt till takodlingar i stadsmiljö. Resultatet av undersökningen visar på att ingen av de två grödornas innehåll av ovan nämnda miljögifter är i närheten av EU:s gränsvärden. Studiens slutsats är att det utifrån de undersökningar som gjorts i Sverige idag inte innebär någon förhöjd hälsorisk att konsumera ekologiskt stadsodlade grönsaker och bär.

I en rysk studie från St Peterburg har man kommit fram till ett likande resultat (Gavrilov, 2000). Innehållet av tungmetaller i konventionellt odlade grönsaker från stadens marknad har testats, liksom stadsodlade grönsaker på marken och stadsodlade grönsaker på tak. Grönsakerna från marknaden hade högst koppar- och blyinnehåll; flera gånger större än det satta gränsvärdet. De stadsodlade grönsakerna hade båda ett betydligt lägre innehåll av tungmetaller, dock hade de markodlade ett något högre innehåll. Studien visar således att de takodlade grönsakerna hade lägst innehåll av föroreningar. Dock förtäljer inte rapporten vilka grönsaker som ingått i undersökningen.

Kortright (2001) skriver i sin rapport att luftföroreningar sannolikt inte har någon påverkan på livsmedelssäkerheten på stadsodlade grödor. De flesta giftiga substanser som tas upp av växter är jordbunda snarare än luftburna. Jord på tak kan, om taget från matjordslaget på marken, alltså utgöra ett problem och bör därför alltid testas innan odling för att utesluta risken för tungmetaller, speciellt bly.

3.7 Lämpliga substrat för takodling

Den kanske viktigaste delen av takodling är att välja lämpligt odlingssubstrat. Definitionen för substrat är allt annat material som inte är naturligt bildad markbunden jord (Alsanius & Karlén 2011). Det kan innehålla endast en komponent, men innehåller ofta ett flertal beståndsdelar.

Substratet måste leva upp till en mängd krav för ett lyckat resultat. Det bör ha en tillfredsställande strukturstabilitet, inneha lättviktssegenskaper för att överhuvudtaget göra odlingen möjlig samt ha en hög vatten- och lufthållande förmåga och samtidigt inneha en dräneringsduglighet (Dunnett & Kingsbury, 2004). Dessutom måste substratet kunna absorbera och innehålla nödvändiga näringsämnen för växten och erbjuda en stabil miljö för rötter. Johnston & Newton (2004) nämner i sin guide för takträdgårdar att det är önskvärt att substratet inte sjunker alltför mycket samt att det är motståndskraftigt mot röta och frost. Vidare är det önskvärt om substratet var någorlunda lokalproducerat för att vara mer hållbart ur ett miljömässigt perspektiv. Härtill kommer de ekonomiska aspekterna, vilka trots allt är en viktig del. Substratfrågan är ofta en balans mellan motstridigheter som funktion och lämplighet hos substratet samt ekonomiska intressen (Emilsson, 2005).

Enligt Johnston & Newton (2004) bör det ultimata substratet för en takträdgård inneha 60-70% porvolym, 30-40% hållfast substans, ha potential att innehålla 30-45% vatten och 15-25% luft.

3.7.1 Organiska kontra oorganiska substrat

Det finns i princip två alternativ vid val av substrat: oorganiskt eller organiskt material (Alsanius & Kritz, 2005). Blandningar av dessa två kan dock förekomma. Både oorganiska och organiska substrat har för- och nackdelar. Organiska material är inte beständiga och bryts ned mer eller mindre fort på grund av bland annat C/N (kol/kväve) kvoten (Markinfo, 2012). Dessa substrat kräver alltså tillförsel av nytt material. Oorganiska substrat är oftast beständiga och strukturstabila över tid, men kan å andra sidan ha genomgått en energikrävande process vid tillverkning (Dunnett & Kingsbury, 2004). Dessutom finns oorganiska substrat sällan att få tag på lokalproducerade, vilket oftare är fallet med organiska substrat (Dunnett & Kingsbury, 2004). Vid användning av ett oorganiskt, inert substrat tillförs näringen vanligtvis med bevattningsvattnet (Mtaita, 2003). I princip går det att odla i vilket material som helst, bara tillförseln av vatten och näringsämnen är tillfredsställande (Alsanius & Kritz, 2005).

3.7.2 Lättviktskomponenter i substrat

Kravet på lättviktsegenskaper hos substratet på takodlingar är stort. Exempel på lättviktsmaterial som kan användas som substrat eller komponent i substrat är pimpsten, lättklinker (Leca), vermikulit, perlite och stenull. Vermikulit och perlite är relativt ömtåliga och tål ej miljön på tak varför dessa ej kommer att behandlas vidare (Osmundsson, 1999; Dunnett & Kingsbury, 2004).

Pimpsten är ett alternativ för takodling på grund sina lättviktegenskaper och sin vattenhållande förmåga (se Bilaga 1). Pimpsten är ett naturligt förekommande och biologiskt inert mineral (Adalsteinsson & Gunnlaugsson, 1995). Den vulkaniska stenen importeras från Island, i Hekla-regionen och fraktas med båt till Sverige (Boertje, 1995). Pimpsten är ett jämförelsevis billigt material, det går att återanvända som substrat i många år och ger således upphov till mycket lite avfall. Professionella odlare ångar substratet efter varje säsong för att bli av med skadliga svampar och bakterier. Pimpsten är kemiskt aktivt till en viss gräns då materialet har en viss katjonskapacitet, speciellt små partiklar (Adalsteinsson & Gunnlaugsson, 1995; Boertje, 1995). Dock är katjonskapaciteten överlag mycket låg varför materialet betraktras som inert (Göransson, 2012). pH-värdet ligger på ca 7 och porvolymen är 85% (Boertje, 1995). Vid normalfuktiga förhållanden är vatteninnehållet 45% av porvolymen och luftinnehållet 40%. Pimpsten får anses vara mer miljövänligt än exempelvis stenull och perlite eftersom pimpsten kan återanvändas, och är ett naturligt material som ej genomgått någon energikrävande process för framställning (Dunnett & Kingsbury, 2004). Dock måste substratet importeras. Enligt Göransson (2012) bryts stenen på Island, där den sedan tvättas med smältvatten, siktas och transporteras med båt till Malmö.

Lättklinker är expanderad lera eller skiffer som har hettats upp till mycket höga temperaturer tills materialet expanderas, utvidgas och formats till små pelletskulor (Osmundson, 1999). Resultatet är ett lätt, mycket poröst material som också är tillfredsställande vattenhållande (se Bilaga 1). Emilsson (2005) hävdar dock att denna vattenhållande förmåga blir märkbar först efter att materialet har krossats och dess inre porer har blivit synliga. Även om lättklinker är en naturlig produkt är materialet oorganiskt eftersom det inte vittrar och bryts ned (Osmundson, 1999). Substratet kompakteras inte ens efter många år. Dock är det svårt att använda som enda komponent i ett substrat på grund av sin lätta vikt och oförmågan hos kulorna att fästa vid varandra.

Stenull är gjort av basalt och krita som värms upp till höga temperaturer tills det blir trögflytande varpå man formar fibrer (Nowak, 2004). Därefter klipps dessa till mindre plattor. Materialet som används är oftast återvunnet och är biologiskt nedbrytbart. Stenull kan användas återanvändas en eller två gånger. Materialet har ingen näringshållande förmåga (Dunnett & Kingsbury, 2004). Produktionen av stenull är enligt Dunnett & Kingsbury (2004) mycket energikrävande, varför användning av substratet kan kritiseras.

3.7.3 Andra komponenter

Lera, sand och torv är exempel på komponenter som kan ingå i substratet tillsammans med lättviktsmaterial. **Lermineraler** har bra vattenhållande förmåga och samtidigt en god förmåga att binda näring till kolloider men tenderar att slamma igen dräneringslager, varför lera bör användas i begränsad mängd (Dunnett & Kingsbury, 2004). Detta problem kan även uppstå med kornstorleken silt. Osmundson (1999) och Dunnett & Kingsbury (2004) rekommenderar **sand** som substratkomponent på grund av dess stabilitet och dräneringsförmåga, dock ej som alltför stor komponent på grund av tyngd och otillfredställande vatten- och näringshållande förmåga.

Torv är ett relativt lättviktigt material och ingår ibland som en komponent i lättviktsjordar framtagna för takträdgårdar (se Bilaga 1) (Göransson, 2012; Veg Tech, 2008). Torv bryts dock ned i högre grad än exempelvis sand (Göransson, 2012). Torv förekommer i varierande kvalitet där ljus, låghumifierad torv är mer strukturstabil och luftig jämfört med mörk, höghumifierad torv (Alsanius & Kritz, 2005). Torvsubstrat innehåller ofta en blandning av ljus och mörk torv.

3.7.4 Komponenter av återvunnet material

En komponent i substratet kan bestå av återvunnet byggnads- eller avfallsmaterial (Dunnett & Kingsbury, 2004). Exempel är krossad betong och krossade lerbrickor, skärvor, bitar av gummidäck eller tegelstenar. De är begränsat vatten- och näringshållande men är billiga och är om lokalt tillgängliga, ett miljövänligt alternativ (Waldbaum, 2008; Dunnett & Kingsbury, 2004). Dock är det självklart viktigt att detta material vid odling av ätliga produkter inte innehåller några föroreningar (Waldbaum, 2008). En annan variant som kan fungera som substratkomponent är kompostering av papper eller kartong, exempelvis kontorsmaterial (RISC, 2012).

3.7.5 Lättviktssubstrat utarbetade av svenska företag

Det finns två så kallade lättviktsjordar framtagna av svenska företag (Göransson, 2012; Pettersson, 2012). Som visas nedan i Tabell 1 är substratkomponenterna snarlika. Båda substraten baseras på pimpsten vilket enligt företagen skapar en långsiktig strukturstabilitet, ökar substratets luftfyllda porvolym, skapar god bärighet och vattengenomsläpplighet (Pettersson, 2012; Bara Mineraler, 2012). Veg Tech har ett samarbete med Hasselfors varför Veg Techs lättviktsjord motsvarar samma substrat som Hasselfors bjälklagsjord.

Tabell 1: Substratinnehåll. (Göransson, 2012; Pettersson, 2012)

Veg Tech lättviktsjord/Hasselfors bjälklagsjord Total inblandning av pimpsten är ca 40%	Pimpsten fraktion 2-8 mm Hekla green pimpsten, fraktion 1-2 mm Elnarydsjord, lerbaserad Sand fraktion 0,5-2 mm Kompost
Bara mineraler Hekla Lättjord Typ C Total inblandning av pimsten är ca 50%	Pimpsten fraktion 2-8 mm Hekla Green pimpsten, fraktion 1-2 mm Grönskompost Lera Torv

Veg Tech har en produkt vid namn Grodan som rekommenderas av företaget att använda som ett vattenhållande skikt under lättviktsjorden (Pettersson, 2012). Grodan är tillverkad av stenull och levereras i form av stabila skivor. Produkten tar hand om dagvattnet och förser jordprofilen uppåt med vatten. Pettersson (2012) hävdar att stenull är mer vattenhållande och lättviktigt jämfört med pimpsten varför man valt att använda sig av det. Hon påpekar också att rötter till viss del kan gå ned i materialet.

Göransson (2012) tror dock att stenull är ett alltför vattenhållande material att använda sig av varför rötter inte kommer att gå in i detta skikt. Han föreslår istället ett 5 cm lager av ren pimpsten av fraktion 2-8 under lättviktsjorden som blir en integrerad vatten- och lufthållande del av växtbädden.

3.7.6 Exempel på rekommenderade substratblandningar från litteraturen

Någon stor erfarenhet av substrat för grönsaksodling på tak finns inte i Sverige. Följande rekommendationer är hämtade från erfarenheter av takodling utomlands. Användning av jord hämtad från marken är inte att rekommendera på grund av den alltför tung vikten (Hill, 2009).

I Osmundsons (1999) bok om takträdgårdar (ej grönsaksodling) förordar författaren en mix av 45% lättklinker, 45% sand och 10% humus (organiskt material). Sand fungerar bra om denna blandas med motsvarande mängd lättklinker. Blandningen av sand och olika fraktioner av krossad lättklinker har goda egenskaper såsom tillfredsställande stabilitet, dränerande samt vatten- och näringshållande.

Kortright (2001) hävdar att användning av kompost är det bästa sättet att maximera djup/vikt-kvoten av substratet, eftersom kompost är lättviktigt och innehåller mycket näringsämnen. Författaren föreslår en blandning 1:1 med ett lättviktsmaterial för ökat djup och ett mer luftinnehållande substrat.

RISC:s hemsida (2012) rekommenderar Michael Guerras permakulturinspirerade substratblandning om lokal kompost finns tillgänglig. För takodling rekommenderas en blandning av 60% kompost, 25% lättviktsmaterial (krossat murtegel, pimpsten eller liknande) och 15% välbrunnen gödsel med mindre inslag av träaska, algmjöl och ekologiskt gödselmedel.

Walbaum (2008) förordar ett substrat bestående av återvunnet byggnadsmaterial (exempelvis krossat murtegel), pimpsten, lättklinker och ca 25% organiskt material. Författaren skriver att detta substrat är utvecklat för att optimera växtförhållanden samt minimera vikten på taket.

Vid hydroponisk odling blir substratets enda roll att förankra plantorna som stabilisator (Nowak, 2004; Tempelton & Kok, 2003). Substratets vikt spelar givetvis in även här, men blir ej lika viktig då hydroponisk odling ofta använder sig av en mindre mängd substrat än annan odling.

3.8 Växtnäring

Grönsaksodling är starkt beroende av näringstillförsel (Jordbruksverket, 2012b). I denna uppsats delas växtnäring för grönsaker delas upp i hushållskompost, andra organiska gödselmedel, flytande gödselmedel och långtidsverkande oorganiska gödselmedel. Mycket viktigt vad gäller näringsförsörjningen i grönsaksodling är frigörelse av näring i rätt mängd och frigörelse av näring i rätt tid (Ascard & Brunnvik, 2008). Målet är att tillgodo se växtens näringsbehov då näringsupptaget är som störst och men också att undvika onödigt näringsläckage. I början av odlingen av en kultur eller växtslag är näringsbehovet ofta mycket litet varför risken för läckage vid nederbörd är stor (Ascard & Brunnvik, 2008; Ekbladh, 2000). Optimalt är alltså att inte ge för stor näringsgiva vid odlingsstart och tillföra näring i växande gröda alternativt använda sig av långtidsverkande näring som frigör i lämplig takt. Vid hydroponisk odling anpassas näringsgivan till växtens näringsbehov under säsongen. Växttillgänglig näring frigörs olika snabbt vad gäller alternativen nedan varför tiden och mängden för lämplig applicering skiljer sig åt.

3.8.1 Hushållskompost

Att använda sig av lokalproducerad hushållskompost är ett bra alternativ ur flera aspekter (Waldbaum, 2008). Den är ett bra jordförbättringsmedel, ett utmärkt näringsrikt gödselmedel och har ofta ej transporterats långväga (Frank, 2011; Alsanius & Karlén, 2011). Om närliggande lägenhetskomples har en komposteringsplan kan sådan kompost användas, alternativt kan en egen kompost installeras på taket där växtmaterial och eventuella köksavfall från huset under används (Waldbaum, 2008). Att ha kompost på taket är möjligt, men är ofta tungt och kräver extra plats

(Engelhard, 2010). Kompost kan spara in pengar i odlingsverksamheten genom att vara ett billigare alternativ till näringslösningar (Nowak, 2004). Hushållskompost lämpar sig också väl för takodling på grund av materialets relativt lätta vikt (Nowak, 2004; Kortright, 2001). Maskkompostering är ett alternativ till vanlig kompostering. Processen går betydligt fortare, varje individ äter vanligen halva till hela sina egen vikt varje dag, vilket innebär att ett kilo maskar kan äta nästan ett kilo avfall om dagen (Halweil & Nierenberg, 2007; Cochran, 2008). Den art som vanligen används är *Eisenia foetida*, anpassad till temperaturer mellan 12 till 25 grader (Cochran, 2008). De flesta hushållsavfall går bra att kompostera, från hushållspapper till växtmaterial och matrester, men man bör vara restriktiv med kött, fett och lök.

Värt att notera är att hushållskompost ofta kan ha höga natrium- och kloridhalter, som bland annat kan orsakas av saltat matavfall (Hanson & Gäredal, 1994). Dessa två ämnen kan vid alltför höga halter ge problem vid upptag av andra ämnen exempelvis kalium, nitrat och kalcium. De kan också verka gröningshämmande. Av största vikt är att hushålls- och trädgårdskompost skall vara "mogen", en tumregel är att den bör vara minst ett år gammal. Enligt Hanson & Gäredal (1994) blir komposter med mycket köksavfall ofta näringsrika, men fattiga på kväve varför detta kan behöva tillsättas.

3.8.2 Organiska fasta gödselmedel

Förutom kompost finns en mängd andra organiska gödselmedel som är möjliga att använda sig av. Dessa inkluderar till exempel stallgödsel från nöt, svin, höns, häst och får, blodmjöl, benmjöl, fiskmjöl, avslagen grönmassa från exempelvis vall eller gräsmatta samt alger och tång (Båth, 2007). Frigörelsen av näring hos stallgödsel karakteriseras av en snabb fas följt av en långsam fas (Ascard & Brunnvik, 2008). Den snabba fasen är över på några månader, men stallgödsel verkar också långsiktigt och avger kväve under flera år eftersom en del av kvävet måste frigöras innan det blir växttillgängligt (Ascard & Brunnvik, 2008; Jordbruksverket, 2012a). Exempel på snabbverkande organiska näringsalternativ som lämpar sig för tilläggsgödsling under säsongen är hönsgödsel, finfördelad grönmassa (ungt material) eller blodmjöl (Båth, 2007). Frigörelsen av näring påskyndas genom befuktning, nedmyllning, högre temperaturer och finfördelning.

Biofer är ett pelleterat organiskt gödselmedel, som används mycket inom ekologisk odling (Lantmännen, 2012; Jordbruksverket, 2012b). Råvaror i produkten är biprodukter från slakteri- och livsmedelsindustrin samt fjäderfägödsel.

3.8.3 Oorganiska fasta gödselmedel

Gruppen av långtidsverkande oorganiska gödselmedel vara av intresse på grund av frigörelse av

näring under en längre tid. Osmocote, ett granulerat gödselmedel, är exempel på en sådan produkt (Scotts Professional, 2012). Det finns olika produkter som frigör näring under olika lång tid, allt från 3-4 till 12-14 månader, varav den förra produkten får anses lämplig för grönsaksodling.

3.8.4 Flytande gödselmedel

Flytande växtnäring kan vara både organisk och oorganisk. Vid hydroponisk odling används vanligen en oorganisk NPK-lösning som tillförs via bevattningsvattnet. Dessa lösningar är ofta snabbverkande (Alsanius & Karlén, 2011). Men även flytande organiska lösningar kan nyttjas, exempelvis vinass eller urin (Båth, 2007). Det är också möjligt att lösa upp fasta organiska gödselmedel och tillföra dessa via bevattningsvattnet. Dock bör man se upp med både vinass och utrörda fasta gödselmedel då dessa har en tendens att slamma igen slangar, varför det är viktigt med regelbunden rengöring.

Blyth & Menagh (2006) samt Nowak (2004) förordar användning av sk "kompostte", d v s blötlagd kompost eller gödsel i vatten. Även Mansour & El-Sayed (2011) rekommenderar en sådan lösning. "Kompostte" är effektivt mot jordburna rotsvampar såsom arter inom släktena *Fusarium*, *Macrophomina* och *Rhizoctonia* och kan fungera som ett alternativ till fungicider. Detta bekräftas av Zinati (2005), som dock skriver att det vanligtvis inte eliminerar svampen utan försvagar den eller reducerar dess förmåga att infektera. Författaren skriver att "kompostte" från grüngödsling, stallgödsel eller hushållskompost är fungerande i sammanhanget. "Kompostte" och kompost kan alltså fungera både som näringsgiva och ett miljövänligt substitut till kemiska fungicider.

3.9 Grödor på tak

Vilka grödor som är möjligt att odla på olika djup är en intressant fråga. I många fall kommer troligtvis grödorna anpassas till substratdjupet och inte tvärtom, på grund av viktrestriktioner på taket. Används ett hydroponiskt system med oorganiska substrat och näringslösning ökar möjligheterna att odla olika sorters grödor eftersom plantorna inte är lika rotbundna (Nowak, 2004).

Generellt passar torktåliga växter med ett kompakt och stabilt växtsätt att odla på tak (Kortright, 2001). Många kryddväxter, såsom rosmarin, är ett exempel på sådana. Det är viktigt att fundera över att använda både soltoleranta och mer skuggtoleranta grödor (Hill, 2009). Vid odling av mer kalltempererade grödor som spenat och rädisa, kan det bli aktuellt att samodla dessa med högre grödor för att tillhandahålla skugga och fukt (Kortright, 2001). Beroende på substratdjup och storlek på takodlingen är kanske odling av rotfrukter eller fruktbärande grödor inte möjlig. Exempelvis morötter blir 10-20 cm beroende på sort och fruktbärande grödor kräver utrymme och en avsevärd mängd vatten för en normal tillväxt. Det är bättre att satsa på grödor med ett relativt

ytligt, utbrett rotsystem snarare än djupa pålrötter (Nowak, 2004).

Takodlingsprojektet på Trent University i Peterborough i Kanada har gjort en studie rörande vilka grödor som fungerade tillfredsställande på taket genom att jämföra den totala skörden med skördestatistik för kommersiella odlingar (Kortright, 2001). Slutsatserna som drogs var att takodlingen inte på långt när lyckades producera så mycket som kommersiella odlingar. Grödor som haricots vert, majs och lök resulterade i mycket låga skördar, medan betor, buskbönor, gurka, chili och paprika fungerade relativt bra. Sallat och rädisor gav exceptionellt bra skördar som till och med översteg de för kommersiell standard. Enligt Mtaita (2003) är sallad, lök och kryddväxter bland de mest framgångsrika grödorna för takodling. Engelhard (2010) som studerat fem olika takodlingar i USA skriver i sin rapport att bladgrönsaker och kryddor är de grödor som fungerar allra bäst. Även värmekrävande grödor som tomater, basilika, paprika och chili fungerar bra på flera tak (Kortright, 2001; Engelhard, 2010).

Följande tabell visar erfarenheter av olika grödor och substratdjup på takodlingen i Reading utanför London. Tabellen bör ses som en vägledning snarare än en absolut sanning då odlingsbetingelser kan variera från plats till plats.

Tabell 2: Grödor och minimidjup för dessa (RISC, 2012)

7 cm	10 cm	15 cm	20 cm	25 cm	30 cm
Basilika, koriander	Vinterportlak, piplök, körvel, mejram, gräslök, maché, rucola, olika typer av sallad	Buskbönor, vitlök, kålrabbi, gul lök, charlottenlök, ärtor, luftlök, mynta, kyndel, timjan, asiatiska bladgrönsaker	Haricots vert, aubergin, rosenböna, bondböna, vitkål, grönkål, morot (mindre sorter) gurka, endivesallad, cikoria, purjolök, palsernacka (mindre sorter), paprika & chili, tomat, rova, majs (dvärgsorter), daglilja, dvärgcitrus, melon, jordgubbar, gurkört, lavendel,	Rödbeta, broccoli, blomkål, squash, okra, dill, fänkål, citrongräs, libbsticka, dragon	Vanlig majs, potatis, rabarber, vinbär, krusbär, hösthallon, lager

			citronmeliss, persilja, rosmarin, salvia, spansk körvel		
--	--	--	---	--	--

Sker odlingen i djupare substrat på ca 45 cm tillkommer möjligheten att odla till exempel blåbär, vin, sparris, körsbär och plommon (RISC, 2012).

3.10 Bevattningsystem

Någon typ av bevattningsystem utöver nederbörden är essentiellt för grönsaksodling (Johnston & Newton, 2004; Kortright, 2001). Johnston & Newton (2004) föreslår ett inbyggt elektroniskt kontrollerat bevattningsystem. Lättillgängligt vatten på taket krävs för alla odlingar, även de som inte har någon tekniskt avancerad lösning på bevattningsproblematiken och kanske bara vattnar vid odlingsstart eller torrperioder (Johnston & Newton, 2004).

Bevattning kan ske med två olika råvattenkällor: uppsamlat regnvatten eller kommunalt vatten. Från ett miljömässigt perspektiv är det mest lämpliga, kanske även billigaste alternativet, att vattna med uppsamlat regnvatten som samlats in i en tank på taket (Kortright, 2001; Johnston & Newton, 2004). På detta sätt återanvänds vatten istället för att rinna av taket och ledas in i dräneringssystem. Ett tredje alternativ kan vara att använda renat gråvatten från byggnaden under (vatten från Bad, Disk och Tvätt) (Waldbaum, 2008). Gråvatten är mycket mindre förorenat än svartvatten (vatten från toaletter) men blandas tyvärr ofta med detta (Wedrén, 2009). Alltså krävs ett system som skiljer dessa åt. Om inga icke miljövänliga rengöringsmedel och fetter använts kan gråvatten nyttjas för bevattning i trädgården, men bör ej användas till ätliga produkter om ingen rening föregått.

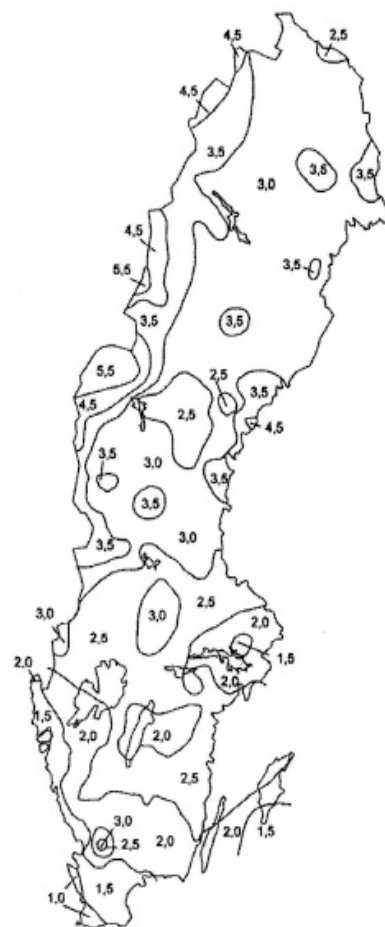
Bevattning sker lämpligast tidig morgon, nattetid eller sent på kvällen, när evaporationen är som lägst (Waldbaum, 2008; RISC, 2012; Ascard & Brunnvik, 2008). Andra vattensparande åtgärder är att odla hydroponiskt och mulchning av substratytan för att undvika onödig evaporation (Waldbaum, 2008). Vattenförlust beror på många samverkande faktorer som lufttemperatur, luftfuktighet, solinstrålning, kulturens utvecklingsstadium, avdunstning från marken etc. (Ascard & Brunnvik, 2008). Ett droppbevattningsystem är att föredra framför andra system eftersom det är vattensnålt genom att bara vattna den aktiva rotzonen, ej påverkas av vinden med ojämn spridning som resultat och möjligheten till automatisering är hög. Sprinklersystem och liknande ger ofta stor vattenförlust på grund av vind (Engelhard, 2010).

Figur 1: Snölast i kN/kg (1,0 kN=ca 100 kg)

Källa: http://www.boverket.se/Global/Om_Boverket/Dokument/nyhetsbrev/boverket%20_informerar/2006/2006_8.pdf

3.6 Svenska tak och takodling

De flesta svenska tak tål utan vidare vikten av ett extensivt grönt tak med en vattenmättad tyngd på 50-55 kg/m² och ett substratdjup på ca 3-5 cm (Levinsohn, 2012; Emilsson, 2005). Det är svårare med semi-intensiva tak, dessa kräver starkare konstruktioner. Hur mycket belastning ett tak tål beror till viss del på var i landet man befinner sig eftersom tak är dimensionerade efter snölast i olika områden (Boverket, 2006). När snöns tyngd beräknas tas hänsyn till byggnadens och takets form samt snösamling till följd av vindpåverkan, ras och glidning (Boverket, 2012). Figur 1 visar hur de dimensionerade snövikterna skiljer sig åt i olika delar av landet. Så uppgår de dimensionerade snölasterna i exempelvis Stockholmsområdet till ca 200 kg/m², Göteborg 150 kg/m² och Malmö 100 kg/m². Man talar också om vindlast som en del i belastning på tak, vilket även det skiljer sig över landet (Boverket, 2006).



Hur stor bärighet ett tak har beror också på den valda takkonstruktionen för byggnaden. Flerbostadshus har ofta takkonstruktioner med tung stomme typ betongbjälklag, vilka tål en stor tyngd (Borg, 2012). Tung stomme med lättbetong klarar en mindre vikt och lätta takkonstruktioner med trä- eller ståltakstolar tål än mindre och måste definitivt kontrolleras noga, särskilt om det är byggnader med långa spännvidder exempelvis hallbyggnader. Villor tål oftast en del vikt oavsett konstruktion. Sammanfattningsvis klarar byggnader med betongbjälklagskonstruktioner ofta belastningen av ett semi-intensivt tak med exempelvis 20 cm substratdjup; övriga takkonstruktioner kräver en förstärkningsåtgärd (Borg, 2012). Bärighetskapaciteten för byggnader aktuella för takodling bör givetvis alltid kontrolleras av en arkitekt eller byggnadsingenjör (Nowak, 2004).

På tak som inte är förstärkta och ej är dimensionerade för den tyngd som en stor takodling medför kan odling ske i containers (Nowak, 2004). De tyngsta odlingsbehållarna bör placeras vid takkanten, nära de pelare varpå byggnadens tyngd vilar eftersom dessa pelare har konstruerats för att tåla mer vikt. Rakt ovanför dessa pelare är taket som starkast och mellan stolparna är det svagast (Nowak, 2004).

Men inte bara den dimensionerade vikten för taket är viktig. Odlingen kräver dessutom ett platt tak eller ett tak med svag lutning. Enligt Graham (2012) på Miljöförvaltningen i Malmö har honom veterligen ingen studie gjorts över antalet platta tak i Malmö. Dock tror han att vissa slutsatser kan dras från olika byggstilar; många miljonprogram och industribyggnader har platta tak, liksom även en hel del bebyggelse från 90- och 2000-talet. Med viss kunskap om hur staden ser ut hade man kunnat få en grov uppskattning med hjälp av flygbild.

3.11 Vilka klimatförhållanden och odlingsförutsättningar för grönsaksodling finns på Augustenborgs botaniska takträdgård?

3.11.1 Klimatförhållanden

Skåne är Sveriges varmare landskap, under alla årstider utom möjligtvis sommaren, som dock är längre än i övriga Sverige (SMHI, 2009). Stadsdelen Augustenborg i Malmö ligger relativt centralt, omgärdad av tre stora bilvägar, Lantmannagatan, Lönngatan och Ystadvägen. Själva takträdgården ligger i anslutning till Ystadvägen. Temperaturförutsättningarna för platsen bör, eftersom takträdgården ligger i en relativt stor stad, vara något högre än omgivningarna utanför Malmö.

Tabell 3: Klimatfakta över Malmö (SMHI, 2012)

Metrologiska vårens ankomst (första dagen med över 0 grader i dygnsmedeltemperatur 7 dygn i sträck)	25:e februari
Metrologiska sommarens ankomst (första dagen med över 10 grader i dygnsmedeltemperatur 5 dygn i sträck)	10:e maj
Metrologiska höstens ankomst (första dagen med under 10 grader i dygnsmedeltemperatur 5 dygn i sträck)	10: oktober
Sista vårfrosten i genomsnitt	15: april
Första höstfrosten i genomsnitt	15: november
Förhärskande vindriktning	Sydväst
Årsmedelnederbörd	600 mm
Vegetationsperiodens längd i Skåne	ca 7 månader
Vegetationsperiodens start och slut (generellt) i Skåne	11 april - 7 november
Medelnederbörd under vegetationsperioden	ca 380 mm

Sommaren är den mest nederbördsrika delen av året i Sverige, men det är månaderna oktober-november som bjuder på långvariga regn såsom heldagsregn (SMHI, 2012). Under sommaren är det istället regnskurarnas intensitet som ger den stora nederbördsmängden. En kortvarig, men intensiv regnskur kan då bidra med en stor del av månadsnederbörden. Dessa intensiva skurar kan dock innebära att växtlighet har svårare att tillgodose sig delar av detta vatten, som istället rinner av substrat och tak.

Vegetationsperioden definieras som den period då dygnsmedeltemperaturen överstiger ett visst värde, i SMHI:s fall +5 grader (SMHI, 2012). Under denna period räknar man med att det är tillräckligt varmt och fuktigt för att växter har en tillväxt. Temperaturgränsen varierar givetvis mellan olika växtslag. I Skåne beräknas vegetationsperioden vara omkring 7 månader, ca 210 dagar.

Förhärskande vindriktning på Augustenborgs tak är sydväst. Skillnaden i vindhastighet är väsentlig mellan marknivå och taknivå; vindstyrkan är högre på taket (Persdotter Lindmark, 2012). Dock ligger grönsaksodlingen gynnsamt med upphöjda gräskullar med björkar åt sydväst, vilket ger en hel del vindskydd, som dock ej är komplett.

3.11.3 Odlingsförutsättningar säsong 1

Takträdgården på Augustenborg är totalt 9500 m² och består av flera olika tak, sammanlänkade med gångbroar (Green Roof, 2012). Alla tak är extensiva utom ett semi-intensivt tak och det är här grönsaksodlingen är placerad (Persdotter Lindmark, 2012). År 1999-2000 förstärktes just detta tak och tål nu en belastning av 250 kg/m² plus den beräknade vikten av snö på vintern. På platsen finns 5 upphöjda odlingsbehållare med ett något varierande substratdjup. Den största behållaren med det djupaste substratlagret har ett lager på ca 20 cm, tre lådor har ca 10-15 cm substratdjup och en grundare låda har några cm substratdjup. I alla lådorna har fram till idag odlats mestadels kryddor. I den grundaste lådan kommer man att behålla kryddväxterna och grönsaksodlingen kommer alltså att hysas i resterande 4 behållare. Substratet som används i odlingen är ekologiskt med ett innehåll av 60% ljus (låghumifierad) torv, 30% mörk (höghumifierad) torv, 5% grus samt 5% andra tillsatser i form av kalkstensmjöl, dolomitkalk, blodmjöl och granulerad hönsgödsel. Även Emmaljunga kogödsel används i en eller två av lådorna utblandat med befintligt substrat. Under substratlagret används i alla lådor Veg Techs stenullsprodukt Grodan som ett vattenhållande skikt. Därunder ligger ett lager av frigolit.

Lutningen på Augustenborgs tak är 4 grader (Persdotter Lindmark, 2012). Ett manuellt styrt droppbevattningssystem för att försörja växterna med vatten finns på delar av det semi-intensiva taket, men grönsaksodlingen handvattnas denna säsong. Man använder kommunalt vatten, men vill i framtiden använda regnvatten i recirkulerande system för att undvika onödigt näringsläckage från

taket. På ett av de extensiva taken experimenterar man just nu med ett recirkulerande system. Augustenborg har 11 dammar för att samla upp och fördröja dagvatten. En damm ligger precis under taken och man ser snabbt om denna får överdriven alg tillväxt på grund av övergödning.

Grödor som odlas inkluderar bland annat blomkål, olika typer av sallat, lök, pepparmynta, selleri, majs, gräslök, stevia, indiankrasse och persilja. De flesta av grödorna planteras, medan andra sås (Persdotter Lindmark, 2012). Odlingen täcks inte under vintern.

4. Diskussion

4.1 Generell diskussion

Takodling är fortfarande på många håll i sin linda och flera problem behöver lösas (Frank, 2011; Emilsson, 2005; Waldbaum, 2008; Nowak, 2004). Flertalet svenska tak tål inte vikten av en takodling utan att förstärkas, men exempel finns. Projektet "100 hus på taket" i Hornstull planerar en odling på ett kontorsbyggnad, vars tak tål 400 kg/m² utan extra förstärkning, vilket får anses vara en relativt stor tyngd för ett tak (Larsson, 2012). Som jämförelse är Augustenborgs semi-intensiva tak förstärkt och tål 250 kg/m² (Persdotter Lindmark, 2012). Enligt Larsson (2012), projektledare för "100 hus på taket", har svenska tak jämfört med de amerikanska något sämre förutsättningar. Hon tar New York som exempel, där taken från början varit anpassade för användning av olika slag, både genom en högre bärighet och ur säkerhetssynpunkt. Tak i Sverige har traditionellt inte utnyttjats i samma utsträckning som i områden med varmare klimat.

Beträffande växtskydd i takodlingar har mycket lite information påträffats i litteraturen. Frågan är varför? Kan det bero på att problemet med växtsjukdomar och skadegörare är mindre än på marknivå eller kan svaret helt enkelt ligga i att man inte studerat företeelsen i någon större utsträckning? Enligt Johnston & Newton (2004) och Waldbaum (2008) har tak på höga byggnader i stadskärnor utan stora grönområden mindre växtskyddsproblematik. Ett förebyggande växtskydd, där man i största möjliga mån inte utsätter plantor för stress är att rekommendera, vilket ökar grödornas motståndskraft och därmed minimerar påverkan av växtsjukdomar och skadeangrepp.

Ett flertal källor i litteraturstudien visar att användningen av lokalproducerat material i form av avfallsprodukter eller återvunnet material är bättre ur ett miljömässigt perspektiv (Engelhard, 2010; Waldbaum, 2008; Nowak, 2004). Enligt Dunnett & Kingsbury (2004) kan en del artificiella oorganiska substrat kritiserats för den energiåtgång som krävs för deras framställning. Författaren tar därefter upp en intressant fråga: Kan en stor energiåtgång för substratframställning anses acceptabel om miljö eller hållbar stadsutveckling gynnas?

Beträffande substrat kan rekommendationer från vissa källor diskuteras. Osmundson (1999) och Dunnet & Kingsbury (2004) förordar en relativt stor inblandning av sand i substratet. Eftersom sand är ett av de material som väger allra mest (se Bilaga 1) borde detta påstående kunna ifrågasättas. Sand har kvaliteter som ett stabilt och dränerande substrat och kan inblandas i mindre mängd, men bör ej på grund av sin stora tyngd vara en större komponent i substratet. Nowak (2008) och Kortright (2001) hävdar att kompost är en bra substratkomponent på grund av dess låga vikt, men även detta torde kunna ifrågasättas.

En annan viktig diskussion beträffande substrat torde vara vikten av att på förhand veta vilket substrat/vilka substratkomponenter man skall odla i för att kunna anpassa vatten- och näringstillförseln därefter. Olika material varierar stort i kemiska, fysikaliska och biologiska egenskaper vilket gör att vatten- och näringshållande förmåga är mycket olika i olika substrat. Innehåller substratet exempelvis en del restmaterial som krossad tegel eller betong är denna begränsat vatten- och näringshållande, vilket givetvis måste kompenseras av en större och/eller mer frekvent vatten- och näringstillförsel.

Ett tänkbart problem som kan uppstå på takodlingar (som dock ej tagits upp i mina källor) är smittorisken vid intag av grödor. Sjukdomar kan spridas via fåglar och fågelspillning och då tak ofta fungerar som rast- och boplatser för fåglar ökar risken (Arbetsmiljöverket, 2012). En god hygien vid odling och skörd är viktigt för undvikande av smitta.

Waldbaum (2008) samt Kortright (2001) skriver att städer producerar stora mängder hushållsavfall, som efter korrekt kompostering skulle kunna användas till takodling. Tanken är god eftersom komposten då skulle skapa ett system där avfall tas om hand och gör nytta, istället för att transporteras och deponeras. Amerikanska och kanadensiska källor tar upp kommunal kompost som en god substratkomponent, vilket kan indikera att kommunal kompostering är vanligare i dessa länder (Waldbaum, 2008; Kortright, 2004; Engelhard, 2010). Chalmers har gjort en studie över storskalig kompostering av hushållsavfall, som visar på förekomst av många miljöfarliga kemiska ämnen, samt risk för förekomst av smittämnen i kompostjord (Olsson & Pettersson, 2004). Rester av bekämpningsmedel som herbicider, fungicider och insekticider finns kvar i kompostjord, trots att medlen betraktats som nedbrytbara. Spår av konserveringsmedel, metallföroreningar och främmande organismer har också hittats. Även om bekämpningsmedel i mat betraktas som relativt ofarliga för människor vid intag, kan de utgöra skadliga miljögifter i kompostjord. Exempel på olämpligt hushållsavfall är enligt studien importerad frukt, konventionellt odlade grönsaker, potatisskal m.m. Om kompostering skall innebära en miljövinst innebär det att endast ekologisk odlade inhemska livsmedel, tillsammans med trädgårdsavfall utgör en optimal grund för

kompostjord. Även växthusodlade gurkor, tomater och sallat bör fungera bra då odling av dessa ofta sker utan bekämpningsmedel.

Klimatet inverkar givetvis på odlingen. Under en 15-årsperiod har klimatet i Götaland blivit drygt 1 grad varmare i medeltal under året (Melin et al, 2010). Framtidsprognoser beskriver förhöjda temperaturer överlag, minskad nederbörd sommartid, ökad nederbörd vintertid och förlängd vegetationssäsong. Under en 15-årsperiod har temperaturen i Götaland exempelvis ökat med drygt 1 grad i medeltal under året (Melin et al, 2010). Förlängd odlingsperiod påverkar så- och skördetidpunkt. Studier pekar på att det högst sannolikt är våren som tidigareläggs snarare än att hösten förlängs. Simuleringar tyder på en höjning på 1 grad vintertid och 0,5-1 grad vår, sommar och höst jämfört med idag. Med en temperaturhöjning ökar avkastningspotentialen på grödorna, men kraven på bevattningsåtgärder kommer också öka med minskad nederbörd sommartid.

I och med den ökande trenden för gröna tak i städer skulle också takodling kunna implementeras. Där extensiva eller intensiva gröna tak anläggs finns en potential för odling på samma tak. Dock kan man här fråga sig - om takodling konkurrerar med extensiva gröna tak som har som syfte att kompensera grönytor i staden, öka biodiversitet, förbättra dagvattenhantering, förlänga takets livslängd samt isolera/sänka temperatur m.m. - hur bör vi förhålla oss till detta? Kan också takodling föra med sig dessa fördelar? Sakerligen till viss del. Det beror på vilket odlingsystem som används. Men faktum kvarstår att takodling i regel är dyrare, mer skötselintensivt, kräver överlag mer material, fodrar en robustare takkonstruktion och mer avancerad tillgänglighetsanpassning. Optimalt vore förstås om båda alternativen kunde förverkligas, eftersom dessa trots allt fyller olika behov. Tyvärr har ingen studie påträffats som undersöker den totala takarealen av platta tak i städer men detta skulle vara mycket intressant att se i framtiden.

Vid en praktisering av takodling kan man tänka sig att olika tak användas i olika syften. För kommersiell odling på tak krävs sannolikt en förstärkningsåtgärd, förutsatt att byggnaden inte redan har en tung betongstomme eller att odlingen är av lättviktkaraktär, exempelvis aeroponic-system. Tak med en lägre, men ändå acceptabel bärighet kan användas för stadsodling av boende i området som en slags "community gardens" genom containerodling med lättviktssubstrat.

I städer som Malmö, där vikten av en förtätning av staden för bevarande av värdefull åkermark diskuteras, passar takodling utmärkt in i bilden av framtidens stadsplanering (Malmö Stad, 2012). Den 28:e september 2010 pekade FN:s livsmedelsorgan FAO i ett pressmeddelande på stadsodling som en viktig strategi i skapandet av hållbara städer (Miljöpartiet, 2011). Det främsta syftet med stadsodling i Sverige idag är troligtvis inte ren matproduktion; mer tydliga vinster är istället social hållbarhet, nyttjande av taket som resurs, miljömässig hållbarhet om odlingen utförs resurssnålt samt möjligheten att få ett större inflytande över sitt livsmedelsintag.

4.2 Platsspecifik diskussion - förslag till Augustenborgs takträdgård

Under denna rubrik diskuteras möjliga åtgärder och förbättringar för takodlingen i Augustenborg. Vad gäller substrat används ett torvbaserat substrat med inblandning av grus samt närings- och pH-stabiliserande komponenter. Detta skulle med fördel kunna bytas ut mot ett lättviktssubstrat. Skillnaden i vikt mellan dessa är inte signifikant, även om lättviktssubstratet troligtvis väger något mindre vid fältkapacitet (se Bilaga 1). Men torv bryts ned och förmultningsgraden påverkar dess egenskaper, till skillnad från exempelvis ett lättviktssubstrat baserat på pimpsten som till stora delar är beständigt (Johansson, 2008). Pimpstenssubstrat kan återanvändas vilket är en miljömässig fördel eftersom avfallsproblematiken minskar (Adalsteinsson & Pettersson, 1996). För återanvändning krävs vanligtvis en uppvärmning av substratet till minst 60 grader för avlägsnande av skadliga organismer, vilket i regel utförs genom ångning av substratet (Bara Mineraler, 2012). För ångning av substrat kan speciella jorddesinfektionsföretag kontaktas. Göransson (2012) och Pettersson (2012) tror att lättviktssubstraten från Bara Mineraler och Veg Tech kan fungera tillfredsställande för grönsaksodling. Dock är båda tveksamma till hur väl substratet passar till odling av rotfrukter; morot och palsternacka kräver en djup och lucker såbädd och riskerar missformade och greniga rötter vid större fraktioner (Ascard & Brunnvik, 2008; Göransson, 2012; Pettersson, 2012).

Trots idogt letande har ingen uttömmande miljöanalys hittats för jämförelse av olika substrat, varken från företagens eller universitetens sida. Pimpsten innebär troligen en mindre miljöbelastning än exempelvis stenull och lättklinker. Förstnämnda är visserligen ej lokalt förekommande, men utsläpp består främst av båttransporten från Island, medan sistnämnda två genomgår energikrävande processer vid tillverkning. Dessutom är pimpsten ett billigare alternativ (Göransson, 2012; Pettersson, 2012). Vill man använda sig av ett substrat med minimal miljöpåverkan rekommenderas en satsning på en inblandning av lokala avfallsmaterial i substratet.

Vinteråtgärder i form av täckning av substratet på taket kan vara en god idé. Inga källor tar upp saken, vilket dock kan ha sin grund i att en del av källorna beskriver områden med ett något mildare klimat. På sina håll föreslås istället odling av köldtåliga gröngödslingsgrödor under vintern som brukas ned inför odlingsstart, vilket kanske kan gå att använda sig av på Augustenborgs takodling. En täckning med plast eller någon typ av presenning kan också vara av godo för att skydda substratet mot väder och vind som skulle kunna orsaka både erosion och näringsurlakning när ingen växtlighet finns som tar upp näringsämnen. Å andra sidan skulle detta innebära en minskad fördröjning av nederbörd på taket (Engelhard, 2010). På Augustenborg handlar det dock bara om fyra odlingslådor vilket är en liten yta av den totala takarealen. Dessutom infaller de flesta

intensiva regn sommartid, då en välfungerande dagvattenhantering är viktigast (SMHI, 2012).

Augustenborg kommer denna säsong att handvattna sin grönsaksodling eftersom ett droppbevattningssystem inte är installerat på denna del av taket. För att underlätta arbetsbördan bör man i framtiden använda sig av ett droppbevattningssystem vid grönsaksodlingen, gärna recirkulerande. Potentialen med ett sådant system undersöks just nu på ett av de extensiva taken i Augustenborg (Persdotter Lindmark, 2012). Källor rapporterar att grönsakskulturer på tak på grund av stark solinstrålning och vind ofta kräver bevattning varje dag (Nowak, 2004; Engelhard, 2010). Enligt Engelhard (2010) exkluderar bidragsprogrammen för gröna tak i Portland och New York grönsaksodling på tak på grund av dess höga krav på bevattning. Sannolikt fordras ett alternativ till kommunalt vatten för att göra odlingen mer miljömässigt tillfredsställande. Insamling av regnvatten på taket gör vattenanvändningen mer hållbar och kan få ned nyttjandet av kommunalt vatten till en miniminivå (Waldbaum, 2008). Engelhard (2010) föreslår att ett alternativ i framtiden kan vara fuktsensorer som känner av när substratet börjar bli alltför torrt, vilket ytterligare reducerar vattenanvändningen. Enligt Melin et al (2010) kommer Sverige med klimatförändringarna att få ett förändrat nederbördsmonster med torrare somrar och mer skurbetonad nederbörd. Under sommarmånaderna juni-augusti förväntas nederbörden minska med 10-30 mm. Detta kommer på sikt att leda till ett ökat bevattningsbehov och krav på en god tillgång på bevattningsvatten.

Mulchning av substratet på taket rekommenderas för minimal avdunstning. Detta är kanske svårt att få till i en visningsträdgård som i Augustenborg, men borde kunna utföras på ett sätt som gagnar både funktion och estetik. Halm, barkflis eller kakaoflis/skal är exempel på vackra, estetiskt tilltalande marktäckningsmaterial. Dessutom är de ogräskvävande. Dock bör noteras att både halm och barkflis är näringsfattiga material som binder kväve när det bryts ned och därför kan orsaka näringsbrist för krävande grödor (Ogräsrådgivaren, 2012).

En viktig fråga vad gäller grödor är huruvida man bör välja sådd eller plantering. Plantering av småplantor har många fördelar varför detta rekommenderas i första hand. Plantering förlänger odlingssäsongen, ökar odlingssäkerheten och medför möjligheten att vissa kulturer kan odlas flera gånger under säsongen (Ivarsson, 2003). Dessutom garanteras ett jämnt resultat och småplantorna är mer konkurrenskraftiga mot ogräs och insektsangrepp. Beträffande val av grödor finns inga konkreta råd att ge. Dock hävdar flera källor att man haft mest framgång med bladgrönsaker (asiatiska kålblad, olika typer av sallat, spenat), lökväxter, kryddväxter samt värmekrävande grödor som tomat, chili och paprika (RISC, 2012; Mtaita, 2003; Engelhard, 2012; Kortright, 2001). Möjligen kan höga grödor såsom majs ha svårigheter med vindstyrkan. Framgången med olika grödor varierar troligen med lokalklimat och odlingsbetingelser, varför rådet är att prova sig fram.

Vegetationsperioden i Skåne är lång med svenska mått mätt. Sannolikt är den ännu längre i

Malmö på grund av värme-ö-effekten, men inga källor för detta antagande har hittats. Huruvida vegetationsperioden är längre eller kortare på Augustenborgs tak jämfört med resten av Malmö har inte kunnat fastställas, men enligt Nowak (2004) producerar hus värme som kan förlänga takodlingens odlingssäsong. Solinstrålningen på taket är hög, vilket torde öka temperaturen, å andra sidan har vinden en större avkylande roll på taket än på marken. Johnston & Newtons (2004) hypotes beträffande höga substrattemperaturer på tak, både sommar och vintertid, skulle indikera en längre vegetationsperiod på Augustenborgs tak, iallafall för de delar med ett djupare substratlager. Sådd av mer kalltempererade grödor som rädisor och spenat kan påbörjas då jordtemperaturen nått +5 grader (Runåbergs fröer, 2012). Efter avhärdning av småplantor kan plantering av dessa påbörjas från mitten på april och framåt, beroende på gröda och årsvariation i klimatet. Även sensommaren och hösten kan utnyttjas för sådd av grödor som asiatiska bladgrönsaker, vinterportlak och vintersallat (maché), varav flertalet kan skördas ändå in på vintern (Israelsson, 2011). Användning av fiberduk förlänger säsongen och skyddar mot skadeinsekter, men är troligen inte förenligt med visningsträdgårdskonceptet.

Beträffande Augustenborg botaniska takträdgård tror och hoppas jag att grönsaksodlingen på taket skall ge inspiration för besökare och kanske även stadsplanerare, arkitekter och myndigheter i Malmö och andra svenska städer. Mig veterligen är Augustenborgs tak, tillsammans med projektet i Hornstull, det enda exemplet på grönsaksodling på tak i Sverige.

5. Slutsatser och rekommendationer

Denna uppsats leder fram till följande huvudsakliga slutsatser och förslag:

- Praktiska erfarenheter i Sverige är få och bör därför inhämtas från områden med liknande klimatförutsättningar exempelvis Nordamerika, Ryssland och England.
- Fördelar och möjligheter i samband med takodling inbegriper hållbarhet ur miljömässiga, ekonomiska och sociala perspektiv. Miljömässig och ekonomisk hållbarhet beror dock i stor utsträckning på val av odlingssystem, odlingsteknik samt material.
- Begränsningar i samband med takodling omfattar främst odlingens vikt samt takets bärighet och tillgänglighetsanpassning.
- Vanligt förekommande takodlingssystem inkluderar containerodling, gröna tak: semi-intensiva till intensiva, hydroponisk odling samt växthus på tak.
- Klimat- och odlingsbetingelser på tak, jämfört med marknivå, innefattar: 1) en mer begränsad tillgänglighet, 2) en sannolikt högre substrattemperatur under sommarhalvåret på

grund av ökad solinstrålning 3) ett ökat bevattningsbehov, beroende på odlingssystem, 4) i många fall ett mer vindutsatt läge och 5) ett sannolikt minskat växtskyddsproblem i odlingen. Dessa resultat är dock generella och platsbetingade variationer förekommer givetvis.

- Förslag till Augustenborgs botaniska takträdgård inkluderar följande: 1) användningen av ett lättviktssubstrat med inblandning av pimpsten för återanvändning, 2) vintertäckning av substrat, 3) ett recirkulerande droppbevattningssystem samt om möjligt insamling av regnvatten för en hållbar vattenanvändning, minskad arbetsbörda och sparad tid, 4) om möjligt mulchning av substrat för minimal vattenavdunstning, 5) plantering av småplantor istället för sådd för de flesta kulturer 6) utnyttjande av den på taket långa vegetationsperioden genom odling med start tidig sommar till sen höst.
- Vidare studier av takodling och dess möjligheter och begränsningar är önskvärda. En undersökning bör företas av förekomsten av platta tak med hög bärighetskapacitet i städer.

6. Referenser

100 hus på taket (2012) Hemsida. Tillgänglig: <http://www.100hustaket.se> [2012-05-16]

Achebe, C., Brotman, M., Capece, A., Joiner, E., Kambhampati, A., Kidambi, H., Le, D. K., Leib, R., Nguyen, D., Nosker, K., Shek, T och Terenshonkova A. (2011) *Urban agriculture in New Brunswick*. New Brunswick: Rutgers University. Edward J . Bloustein School of Planning and Public Policy.

Adalsteinsson, S., Pettersson, C. (1996) *Pimpsten – naturligt odlingsmedium i växthus*. Fakta Trädgård, nr 7, SLU.

Adalsteinsson, S., Gunnlaugsson, B. (1995) *Pumice as environment-friendly substrate - a comparison with rockwool*. Acta Horticulturae 401, s. 131-136. Growing Media and Plant Nutrition.

Alsanius, B., Kritz, G. (2005) *Substratkompendium*. SLU Alnarp.

Alsanius, B., Karlén, H. (2011) *Odling i sta'n*. Ej publicerat material, Sveriges lantbruksuniversitet.

Arbetsmiljöverket (2012) *Kontakt med fåglar och fågelspillning*. Tillgänglig: <http://www.av.se/teman/mikrobiologiska/arbetsmiljoer/djurarbete/faglar/> [2012-05-16]

Ascard, J. & Brunnvik, C. (red.) (2008) *Ekologisk odling av grönsaker på friland*. Kurspärm Jordbruksverket.

- Backyard Aquaponics (2012) Hemsida. Tillgänglig:
www.backyardaquaponics.com/component/content/article/4/54-basics.html [2012-05-16]
- Bara Mineraler (2012) Hemsida. Tillgänglig: www.baramineraler.se [2012-05-16]
- Bell, Book and Candle (2012) Hemsida. Tillgänglig: <http://bbandnyc.com> [2012-05-16]
- Blyth, A., Menagh L. (2006) *From Rooftop to Restaurant - A University Cafe Fed by a Rooftop Garden*. Tillgänglig: <http://www.cityfarmer.org/TrentRoof.html> [2012-05-16]
- Boertje, G.A. (1995) *Chemical and physical characteristics of pumice as a growing medium*. Acta Horticulturae 401, s. 85-87. Growing Media and Plant Nutrition.
- Boverket (2006) *Boverkets Författningssamling*. Tillgänglig: <https://rinfo.boverket.se/BKR%5CPDF%5CBFS2006-11BKR10.pdf> [2012-05-16]
- Boverket (2012) *Takras beror sällan på för mycket snö*. Tillgänglig:
<http://www.boverket.se/Bygga--forvalta/Takras/> [2012-05-16]
- Boycott, R. (2008) *London's achilles heel*. The Guardian, publicerad 2008-10-01.
- Brooklyn Grange Farm (2012) Hemsida. Tillgänglig: <http://www.brooklyngrangefarm.com/> [2012-05-16]
- Burros, M. (2009) *Urban farming, a bit closer to the sun*. The New York Times, publicerad 2009-06-17.
- Båth, B. (2007) *Växtnäringsstyrning*. Del av "Ekologisk odling i växthus". Kurspärm Jordbruksverket.
- Cochran, S. (2008) *Vermicomposting: Composting with worms*. Tillgänglig:
<http://lancaster.unl.edu/pest/resources/vermicompost107.shtml> [2012-05-16]
- Dahl, T. (2008) *Växtnäringar*. Examensarbete inom LTJ-fakulteten, Sveriges Lantbruksuniversitet.
- Hedlund, A. (2012) *Bönder i storstadens djungel*. Dagens nyheter. Publicerad 2012-02-28.
- Dunnett, N., Kingsbury, N. (2004) *Planting Green Roofs and Living Walls*. Timber Press, Portland.
- Ekblad, G. (2000) *Ekologisk grönsaksodling - kvävetillgång och behov under odlingssäsongen*. Tillgänglig: http://www.vaxteko.nu/html/sll/slu/robacksdalen_meddelar/RDM00-01/RDM00-01F.HTM [2012-05-16]
- Emilsson, T. (2005) *Extensive Vegetated Roofs in Sweden - Establishment, Development and Environmental Quality*. Doctoral thesis, Department of Landscape Management and Horticultural Technology, Sveriges Lantbruksuniversitet.
- Engelhard, B. (2010) *Rooftop to Tabletop: Repurposing Urban Roofs for Food Production*. Department of Landscape Architecture, University of Washington.
- Fairmont (2012) Hemsida. Tillgänglig:
http://www.fairmont.com/EN_FA/Property/WFC/Vanity/Greeninitiatives.htm [2012-05-16]

- FLL (2002) *Guidelines for the Planning, Execution and Upkeep of Green-Roof Sites*.
Forschungsgesellschaft Landschaftsentwicklung Landschaftsbau, Bonn.
- Frank, M. (2011) *An Introduction to Urban Agriculture - Past, Present and Future*.
Tillgänglig: <http://dovetailinc.org/files/DovetailUrbanAg1111.pdf> [2012-05-16]
- Fälth, E. (2011) *The Vertical Farm – varför har idén uppkommit och hur är den tänkt att fungera?*
Examensarbete vid LTJ-fakulteten, Sveriges Lantbruksuniversitet.
- Gavrilov, A. (okänt årtal) *Rooftop Gardening in St. Petersburg, Russia*. Tillgänglig:
<http://www.cityfarmer.org/russiastp.html> [2012-05-16]
- Gavrilov, A. (2000) *Urban agriculture in St Petersburg Russian Federation Conducted by the Urban Gardening Club - Past, present and future perspectives*. Tillgänglig:
http://www.euro.who.int/__data/assets/pdf_file/0014/150026/E70095.pdf [2012-05-16]
- Green Roof (2012) Hemsida. Tillgänglig: <http://www.greenroof.se/> [2012-05-16]
- Halweil, B., & Nierenberg, D. (2007) "Farming the cities" i *State of the World - our Urban Future 2007*. 24:e upplagan. Cromwell Press, Trowbridge. Tillgänglig:
<http://books.google.se/booksid=kJCKvqOZp3MC&printsec=frontcover&dq=state+of+the+world+2007&hl=sv&sa=X&ei=58S0T5qGAYjRga93938DQ&ved=0CDMQ6AEwAA#v=onepage&q=state%20of%20the%20world%202007&f=false>
- Hanson Y., Gäredal L. (1994) *Odlingsvärdebedömning av kompostmaterial*. Försöksresultat för fritidsodlare. SLU, Försöks- och utvecklingsenheten för fritidsodling. Nr 6, 1994.
- Hill, D., R. (2009) *Green Roofs Designs: The Landscape Architecture of Intensive Green Roofs in Urban Settings*. The Florida Agriculture and Mechanical University, School of Architecture.
- Hui, S. C. M. (2011) *Green roof urban farming for buildings in high-density urban cities*.
Tillgänglig: http://www.mech.hku.hk/bse/greenroof/110318_WGRC2011_Hainan_SamHui_fullpaper.pdf [2012-05-16]
- Hydrogarden (2012) Hemsida. Tillgänglig: <http://www.hydrogarden.se/odlingsguiden> [2012-05-16]
- Israelsson, L. (2011) *Handbok för köksträdgården*. Bonnier fakta. Stockholm.
- Ivarsson, P. (2003) *Odling och plantering av ekologiska grönsaksplanter*. Tillgänglig:
http://www2.jordbruksverket.se/webdav/files/SJV/trycksaker/Pdf_jo/jo03_9.pdf
[2012-05-16]
- Johansson, K. (2008) *Odlingssubstrat*. Plantskolan, nr 1, Lektion 5, Skogforsk, Sveriges Lantbruksuniversitet.
- Johnston, J., J., Newton (2004) *Building Green - A guide to using plants on roofs, walls and pavements*. Tillgänglig: <http://legacy.london.gov.uk/mayor/strategies/biodiversity/docs/>

Building_Green_main_text.pdf [2012-05-16]

Jordbruksverket (2012a) Hemsida. Tillgänglig:

<http://www.jordbruksverket.se/amnesomraden/odling/spannmalsgrodor/vete/vaxtnaring/vaxtnaringsbehov.4.32b12c7f12940112a7c800020953.html> [2012-05-16]

Jordbruksverket (2012b) *Gödselmedel för ekologisk odling 2012 - specialgödselmedel och stallgödsel*. Tillgänglig:

www2.jordbruksverket.se/webdav/files/SJV/trycksaker/Pdf_ovrigt/p7_11_2.pdf
[2012-05-16]

Kortright, R. (2001) *Evaluating the Potential of Green Roof Agriculture*

Lantmännen (2012) *Biofer*. Tillgänglig:

https://c4produktkatalog.lantmannen.se/components/com_virtuemart/shop_image/document/12619.pdf [2012-05-16]

Malmö Stad (2012) *Så förtätar vi Malmö!* Tillgänglig:

<http://www.malmo.se/download/18.77b107c212e1f5a356a800072941/S%C3%A5f%C3%B6rt%C3%A4tarviMalm%C3%B6Samr%C3%A5dsredog%C3%B6relse110317.pdf>

Mansour, F. S., El-Sayed, G. A. M. (2011) *Soil Amendment and Seed Treatments with Compost Tea as Alternative Fungicide for Controlling Root Rot Disease of Bean Plants*. Egyptian Journal of Biological Pest Control, 21 (1), s. 19-26.

Markinfo (2012) *Kol/kväve*. Tillgänglig: <http://www-markinfo.slu.se/sve/kem/cnph/cn.html>
[2012-05-16]

Melin, M., Sigfridsson, K., Strand, L. (2010) *Växtodling i Sverige 2040*. Tillgänglig:

<http://www.gradvis.se/LinkClick.aspx?fileticket=6B98428jBKY%3D&tabid=58>
[2012-05-16]

Miljöpartiet (2011) *Stadsodling*. Tillgänglig: http://www.mp.se/templates/Mct_177.aspx?number=253117 [2012-05-16]

Mtaita, T. A. (2003) "Hydroponics, rooftops and related gardens" i *A field guide to appropriate technology*. Edited by Hazeltine, B. & Bull, C. Academic Press, San Diego. Tillgänglig: http://books.google.se/books?id=kEAOTpIYFBcC&printsec=frontcover&hl=sv&source=gbs_ge_summary_r&cad=0#v=onepage&q&f=false [2012-05-16]

Nowak, M. (2004) *Urban Agriculture on the Rooftop*. Senior Honors Thesis, Cornell University.

Ogräsrådgivaren, SLU. (2012) Hemsida. Tillgänglig:

http://ograsradgivaren.slu.se/artbest/vag3/kontrollatgard.cfm?Kontrollatgarder_id=9 [2012-

05-16]

Olsson, M. & Pettersson, G. (2004) *Biobränsle från hushållsavfall - kommunal kompostering ohållbar*. Institutionen för kemiteknik och miljövetenskap, Chalmers tekniska högskola.

Osmundsson, T. (1999) *Roof Gardens - History, Design & Construction*. Norton Books for Architects & Designers.

Permaculture Institute (2012) Hemsida. Tillgänglig:

<http://www.permaculture.org/nm/index.php/site/index/> [2012-05-16]

Price, M. (1997) *Comments On Rooftop Gardening in Russia* Tillgänglig:

<http://www.cityfarmer.org/russiastp.html> [2012-05-16]

RISC (2012) Hemsida. Tillgänglig: <http://www.risc.org.uk/garden> [2012-05-16]

Santropol Roulant (2012) Hemsida. Tillgänglig: <http://santropolroulant.org/2009/E-home.htm> [2012- 05-16]

Runåbergs fröer (2012) Hemsida. Tillgänglig: <http://www.runabergsfroer.se/?a=47>

Savidov, N. (2005) *Evaluation of Aquaponics Technology in Alberta, Canada*. Tillgänglig:

<http://www.aquaponicsjournal.com/docs/articles/Evaluation-of-Aquaponics-Technology-in-Alberta.pdf> [2012-05-16]

Scotts Professional (2012) Hemsida. Tillgänglig: <http://www.scottspprofessional.com> [2012-05-16]

Sheffield Consult (2012) *4 GUIDELINE DESI: Green Roofs*. Tillgänglig: http://sheffield-consult.limehouse.co.uk/portal/spd/designing_for_environmental_sustainability?pointId=d3671818e159 [2012-05-16]

Smee, J. (2011) *Industrial-Sized Rooftop Farm Planned for Berlin*. Tillgänglig:

<http://www.spiegel.de/international/germany/0,1518,800376,00.html> [2012-05-16]

SMHI (2009) *Sveriges landskapsklimat*. Tillgänglig: http://www.smhi.se/polopoly_fs/1.8980!webbnr42.pdf [2012-05-16]

SMHI (2011) *Faktablad nr 29 - Värmeböljor i Sverige*. Tillgänglig:

http://www.smhi.se/polopoly_fs/1.16889!webbFaktablad_49.pdf [2012-05-16]

SMHI (2012) Hemsida. Tillgänglig: <http://www.smhi.se/> [2012-05-16]

Tempelton, K., Kok, R. (2003) *Simplified Hydroponic Systems for Urban Food Produktion on Rooftops*. Tillgänglig: <http://www.engr.usask.ca/societies/csae/PapersCSAE2003/CSAE03-349.pdf> [2012-05-16]

Thylén, L. (2004) *Biologisk mångfald i små grönområden - inventering av insekter och fåglar i bebyggda områden i Solna kommun*. Examensarbete, Institutionen för naturgeografi och kvartärgeologi, Stockholms universitet.

- Tondel, M. (2010, rev. 2011) *Miljömedicinsk bedömning av stadsodlade livsmedel*.
Sahlgrenska Universitetssjukhuset, Miljömedicinskt centrum, Västra
Götalandsregionen.
- Trent University (2012) *Rooftop Gardens*. Tillgänglig:
http://www.trentu.ca/eab/documents/Rooftop_Gardens-Zipple.pdf [2012-05-16]
- Veg Tech (2008) *"Vegetationsteknik - Grönare Byggande för Framtidens Städer"*. Produktkatalog
2008.
- Waldbaum, H. (2008) *Green Roofs for Urban Agriculture - what is required to support their
implementation in the UK?* School of Computing and Technology, University of East
London.
- Wedrén, M. (2009) *Insamling, rening och användning av vatten i den hållbara hemträdgården*.
Examensarbete, institutionen för matematik, natur- och datavetenskap, Högskolan i Gävle.
- Zinati, G. M. (2005) *Compost in the 20th century: A tool to control plant diseases in nursery and
vegetable crops*. HortTechnology, 15 (1) 2005, s. 61-66.

Personlig kontakt

- Borg, M. (2012) Svenska Naturtak. Personligt meddelande 9/5-12.
- Graham, T. (2012) Chef Avdelning för Konsumtion och Livsstil, Miljöförvaltningen, Malmö Stad.
Personligt meddelande 10/5-12.
- Göranson, B. (2012) Bara Mineraler. Personligt meddelande, 17/4-12.
- Jimenez, J. G. (2012) Författare till boken "Staden som åkermark - stadsodling i New York och
Malmö". Personligt meddelande, 1/4-12.
- Larsson, M. (2012) Projekansvarig för "100hus på taket". Personligt meddelande, 11/4-12
- Levinsohn, B. (2012) Amtex AB. Personligt meddelande 7/5-12.
- Persdotter Lindmark, E. (2012) Föreståndare Augustenborgs Botaniska Takträdgård och
kontaktperson för uppsatsen. Personligt meddelande, flertal möten.
- Pettersson, A. (2012) Veg Tech. Personligt meddelande 18/4-12.

Bilaga 1

Tabell 4: Vikt på olika substrat vid fältkapacitet

(FLL, 2002; Veg Tech 2008; Bara Mineraler, 2012)

Substrat	Vikt 1 cm, kg/m²	Vikt 20 cm, kg/m²
Pimpsten	7-8 kg	140-160 kg
Lättklinker (Leca)	7-8 kg	140-160 kg
Stenull	8-10 kg	160-200 kg
Krossat murtegel	10-13 kg	200-260 kg
(Bark)kompost	11-13 kg	220-260 kg
Torvbaserat substrat	10-13 kg	200-260 kg
Sand + mineraler + organiskt material	16-18 kg	320-360 kg
Vanlig matjord	ca 16 kg	ca 320 kg
Bara mineraler Hekla Lättjord Typ C	ca 12 kg	ca 240 kg
Veg Tech Lättviktsjord	ca 12 kg	ca 240 kg